

Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas

Toni Riitamaa

Opinnäytetyö

Toukokuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

| | | |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Tekijä(t) Riitamaa, Toni | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä Toukokuu 2017 |
| | Sivumäärä 46 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkkojulkaisulupa myönnetty: x |
| Työn nimi Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas | | |
| Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma | | |
| Työn ohjaaja(t) Risto Pakarinen | | |
| Toimeksiantaja(t) Kyösti Orre, Seppo Tolonen | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Yleinen teollisuusliitto YTL on päättänyt tehdä korjausoppaat luokiteltujen elintarvikekuormatilojen korjaamisesta ja niiden lämmönsäätölaitteiden kunnossapidosta. Tämän opinnäytetyön tehtävänä on luoda Lämmönsäätölaitteen käyttö- ja kunnossapito-opas. Oppaiden tarkoitus on parantaa suomalaista elintarvikekuljetusta. Oppaat toisivat kuljetusyritysten saataville tietoa laitteiden kunnossapidosta ja oppaissa on hyödyllistä tietoa kuljettajille.</p> <p>Opasta varten on kerätty tietoa YTL:n aikaisemmista teoksista, kuten Lämpöhallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaoppaasta ja kylmaketju.fi-internetsivustolta. Sen lisäksi tietoa on hankittu haastattelemalla elintarvikealan kuljetusyrityksiä, elintarvike kuljettajia, sekä lämmönsäätölaitteiden korjaamoliikkeitä.</p> <p>Lämmönsäätölaitteet ovat kehittyneet paljon vuosien aikana. Ne ovat luotettavia ja polttoainetehokkaita laitteita. Lämmönsäätölaitteista on tullut hyvin teknisiä laitteita. Liikkeet ovat erikoistuneet niiden huoltoon. Kuljetusyritykset luottavat huollossa täysin huoltoliikkeiden ammattitaitoon.</p> <p>Pääsääntöisesti kuljettajat osaavat työnsä. Lämmönsäätölaitteen käyttö sujuu kokeneilta kuljettajilta hyvin. On joitain asioita, joissa kuljettajat toimivat väärin ja osittain heikentävät kylmaketjua. Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opasta voidaan käyttää kuljettajien perehdyttämiseen ja jatkokouluttamiseen, sekä ammattipätevyyden jatkokoulutukseen.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) | | |
| Lämmönsäätölaitte, elintarvikekuljetus, kylmäkuljetus | | |
| Muut tiedot Liitteenä opas | | |

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| Author(s) Riitamaa, Toni | Type of publication Bachelor's thesis | Date May 2017 |
| | | Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 46 | Permission for web publication: x |
| Title of publication Manual for operating and maintaining temperature control device | | |
| Degree programme Degree programme in logistics | | |
| Supervisor(s) Risto Pakarinen | | |
| Assigned by Kyösti Orre, Seppo Tolonen | | |
| <p>Abstract</p> <p>Yleinen teollisuusliito YTL has decided to produce handbooks for repairing classified food transport equipment and users' manual for using and maintaining temperature control device. Meaning of these manuals is to improve Finnish food transportation. Manuals would bring a lot of useful information about maintaining devices for Finnish transport companies. Handbooks would bring useful information for drivers.</p> <p>Information for manual was search from YTLs' previous productions like Lämpöhallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas and Internet page kylmaketju.fi. Lot of information was search with interviews. Interviews were about drivers, transport companies and repairing shops. Most of interviews were with drivers. Repairing shops of temperature control device have lot of good information about device and refrigerated transports.</p> <p>Temperature control devices are development a lot past years. They are reliable and fuel efficient devices. They are high technique devices. Repairing shops are highly specialize for the devices. Transport companies rely on repairing shops.</p> <p>Mostly drivers know how to use temperature control device. Experienced drivers use temperature control device very well. Sometimes drivers make mistakes or do wrong which weakens the chain of refrigerated transports. Handbook of using and maintaining temperature control device could use for training new drivers and update drivers knowledge.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) | | |
| a temperature control device, food transport, refrigerated transport | | |
| Miscellaneous Attached guide | | |

Sisältö

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto..... | 2 |
| 1.1 | Tutkimuksen tarkoitus..... | 2 |
| 1.2 | Tutkimuksen tavoitteet | 3 |
| 1.3 | Tutkimusmenetelmät | 4 |
| 2 | Lämmönsäätölaitteiden käyttö elintarvikekuljetuksissa | 5 |
| 3 | Termodynamiikka..... | 5 |
| 3.1 | Termodynamiikan pääsäännöt..... | 6 |
| 3.2 | Lämmönsiirtyminen..... | 10 |
| 4 | Säädökset elintarvikekuljetuksissa..... | 11 |
| 4.1 | Laki lämpötilan mittaamisesta elintarvikekuljetuksissa..... | 11 |
| 4.2 | ATP – sopimus | 12 |
| 5 | Lämmönsäätelylaitteet | 14 |
| 5.1 | Lämmönsäätölaitteet | 14 |
| 5.2 | Ilmankierto ja mitoitus | 18 |
| 5.3 | Kuormatilojen ja lämmönsäätelylaitteiden vaatimukset | 20 |
| 5.4 | Lämpötilan mittausvälineet..... | 22 |
| 6 | Lämmönsäätelylaitteiden käyttö | 24 |
| 6.1 | Laitteen tarkistus..... | 24 |
| 6.2 | Oikeaoppinen tarkistus | 27 |
| 6.3 | Lämpötilan säätö | 28 |
| 6.3.1 | Esijäähdytys | 28 |
| 6.3.2 | Kuormaus..... | 29 |
| 6.3.3 | Lämpötilan ylläpito ja ilmankierto..... | 30 |
| 7 | Pohdinta | 30 |
| 8 | Yhteenveto | 30 |
| | Lähteet..... | 34 |
| | Liitteet | 36 |

| | |
|---|----|
| Liite 1. Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas | 36 |
|---|----|

Kuviot

| | |
|--|----|
| Kuvio 1. Lämpöpatterissa tapahtuva konvektoituminen (Riitamaa) | 11 |
| Kuvio 2. ATP-sopimusmaat (Kylmäketju. ATP-sopimus) | 13 |
| Kuvio 3. Kuorma-autoon asennettu lämmönsäätölaite (Riitamaa) | 14 |
| Kuvio 4. Pakettiautoon asennettu lämmönsäätölaite (Riitamaa)..... | 15 |
| Kuvio 5. Kylmäkoneen toiminta, jäähdytys (Luoto, L.)..... | 16 |
| Kuvio 6. Kryogeenisen kylmälaitteen toiminta ja komponentit (How does the system work?)..... | 17 |
| Kuvio 7. Kylmäkoneen toiminta, lämmitys. | 18 |
| Kuvio 8. Ilmapussin toiminta | 19 |
| Kuvio 9. Perävaunun kuormatilan imuväliseinä (Riitamaa) | 19 |
| Kuvio 10. Perävaunun kuormatilan ilmapussi (Riitamaa) | 20 |
| Kuvio 11. Atp luokituksen merkitseminen (Riitamaa) | 21 |
| Kuvio 12. Oviverhot kuormatilan perässä (Riitamaa) | 21 |
| Kuvio 13. Tuotteiden takia ilmankierto on estynyt kuormatilassa. (Luoto, 52)..... | 23 |
| Kuvio 14. Optitemp 4 lämmönrekisteröintilaite (Riitamaa)..... | 23 |
| Kuvio 15. Kuormatila käyttöönotettaessa sisältäpäin. (Riitamaa)..... | 27 |
| Kuvio 16. Toinen höyrystin kuormatilan takaosassa. Mahdollistaa kaksi eri kuljetuslämpötilaa tai tehostaa ilmankiertoa. (Riitamaa) | 30 |

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tarkoitus

Elintarviketeollisuuden tärkein tavoite on toimittaa laadukkaita tuotteita loppukäyttäjille läpi kylmäketjun. Kaikki toimijat elintarviketeollisuudessa tähtäävät tähän. Elin-
tarvikkeiden käsittely, säilyttäminen ja kuljettaminen ovat hyvin tarkkaa ja vastuullis-
ta, sillä monet elintarvikkeet ovat herkkiä ja saattavat vaurioitua tai vahingoittua kä-
sittelystä, lämpötilan ja olosuhteiden muutoksille, kuten ilman kosteuden vaihteluun.

Tämän vuoksi elintarvikkeiden käsittelyyn, kuljettamiseen ja säilyttämiseen on laadittu tarkat säädökset.

Euroopan Unionin, EU:n alueella säädöksistä vastaa EU:n parlamentti ja neuvosto. Säädöksissä eritellään tarkasti erilaiset elintarvikkeet ja niiden käsittelyyn annetaan tarkat säädökset. Suomessa ministeriö vastaavat, että Suomen tasavallan lait ja asetukset vastaavat Euroopan Unionin parlamentin asetuksia. Pääasiassa lainsäädännöstä vastaa Maa- ja metsätalousministeriö. Pelkästään ei riitä, että on olemassa lakeja ja asetuksia, vaan tarvitaan organisaatio valvomaan niiden noudatusta. Elintarviketurvallisuusvirasto, Evira suunnittelee, ohjaa ja valvoo elintarvikemääräyksien noudattamista. Evira ohjaa Aluehallintovirastoja, jotka omalla toiminnallaan vastaavat alueensa lupa- ja valvontatehtävistä. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset, ELY-keskukset vastaavat alueellisesta kehittämisestä. Kunnan elintarvikevalvoja hoitaa alueellaan elintarvikelain mukaista elintarvikevalvontaa. (Elintarvikeketjun viranomaisorganisaatio)

YTL on perustanut ATP-neuvottelukunnan, jonka tehtävä on vaikuttaa lainsäädäntöön helposti pilaantuvien elintarvikkeiden logistiikkaketjussa. Neuvottelukunta myös seuraa käytettävää kalustoa ja sen kehitystä. ATP-neuvottelukunta tuottaa ohje- ja opetusmateriaalia mm. Lämpösäädeltävien elintarvikkeiden logistiikkaopas, joka on myöhemmin päivitetty sähköiseksi versioksi osoitteeseen kylmaketju.fi. (ATP-neuvottelukunta)

YTL on päättänyt ATP-luokitellun elintarvikekaluston korjausoppaan lisäksi tehdä oppaan liittyen lämmönsäätelylaitteiden toimintaan ja käyttöön. Lämmönsäätelylaitteet ja tila, jossa elintarvikkeet säilytetään, eli elintarvikehuone tai kuormatila, muodostavat yhdessä olosuhteet helposti pilaantuvien elintarvikkeiden säilytykselle ja kuljetamiselle. Ilman toista osapuolta, ei toinen osapuoli pysty säilyttämään elintarvikkeiden olosuhteita.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Työtä rajataan, jottei aihepiiri kasva liian laajaksi ja työn tavoite tai tulokset kärsisi. Työssä tullaan keskittymään maantiekuljetuksissa käytettäviin ATP-luokiteltujen elintarvikekuormatilojen lämmönsäätelylaitteiden teknisiin rakenteisiin ja toimintaan.

Kylmäkone on keskeisimpänä osana tätä työtä. Keskeisimpänä tutkimuskysymyksenä on: Kuinka lämmönsäätelylaitetta käytetään oikein elintarvikkeiden maantiekuljetuksissa. Työn tavoitteena on luoda lämmönsäätelylaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas. Opinnäytetyön liitteenä on Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas.

Opas on tarkoitettu kuljettajille käyttöoppaaksi lämmönsäätölaitteita varten. Elintarvikekuljetuksiin tarvitaan ammattitaitoisia kuljettajia, jotka osaavat käyttää lämmönsäätölaitetta oikein. Lämmönsäätölaitteilla ylläpidetään elintarvikkeille suotuisia olosuhteita.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusstrategiat voidaan jakaa kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin menetelmiin. Joissain tapauksissa niiden erottaminen toisistaan on haastavaa. Useiden tutkimusmenetelmien käyttö usein täydentää menetelmistä saatuja tuloksia. Useiden tutkimusmenetelmien käyttö lisää tulosten ja työn luotettavuutta. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 132.)

Tässä työssä käytetään pääasiassa kvalitatiivista tutkimusstrategiaa. Kvalitatiivisen tutkimuksen pääpiirteitä ovat hyvin laaja-alainen ongelman tarkastelu. Kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden perustana ovat luotettavat lähteet ja tunnetut tekijät. (Hirsjärvi ym. 2007, 157)

Tutkimusmenetelmäksi on valittu havainnointi. Havainnoinnin lisäksi tehdään haastatteluja. Haastattelut ovat hyvä keino saada aiheesta tietoa laitteiden käyttäjiltä. Kyselyjä tehdään haastattelujen lisäksi, jotta tutkimukseen saadaan lisää syvyyttä.

Tutkimus tullaan suorittamaan haastatteleamalla laajasti eri tahoja, jotka ovat käyttävät lämmönsäätelylaitteita. Haastatteluiden kohteeksi valitaan:

- Kuljettajat
- Elintarvikekuljetuksista vastaavat
- Lämmönsäätelylaitteita asentavat ja huoltavat tahot
- Lämmönsäätelylaitteiden tarkastuksista vastaavat tahot

Kuljettajien kanssa käydyt haastattelut ovat ns. vapaita, eli haastattelutilannetta ei ole suunniteltu ennalta, eikä haastatteluissa käytettyjä kysymyksiä ole valmisteltu. Tällä keinolla on haettu rentoa tunnelmaa, joka itsessään synnyttää ideoita ja keskusteluaiheita. Muut haastattelut ovat puoliorganisoituja, eli haastatteluun on ennalta valmisteltu kysymyksiä ja keskustelun aihepiirejä, mutta haastattelutilanne on avoin ja uusien aihepiirien ja kysymyksien nouseminen esille haastattelutilanteessa on mahdollista ja myös toivottua.

2 Lämmönsäätölaitteiden käyttö elintarvikekuljetuksissa

Elintarvikkeiden laadun säilymisen perustana on oikea tuotteiden käsittely ja oikea säilytys- ja kuljetuslämpötila. Väärä säilytys- tai kuljetuslämpötila voi lyhentää tuotteen käyttöikää useita päiviä. Tuotteissa olevien bakteerien määrän kasvu vauhdittuu myös hurjaa tahtia, lämpötilan ollessa väärä. Elintarvikkeiden varastointi- ja kuljetusprosesseissa on vastuussa useita toimijoita, joista kukin omalla toiminnallaan vastaa, että elintarvikkeet ovat terveitä, puhtaita ja säilyttävät laadun alkutuottajalta loppukäyttäjälle asti. Tätä kutsutaan kylmäketjuksi.

Suomi on elintarvikekuljetuksille haasteellinen valtio. Suomessa tarvitaan sekä jäähdytystä, että lämmitystä kuljetuksen aikana. Pakastekuljetuksissa tarvitaan jäähdytystä myös talvella. Maantieteellisesti tarkasteltuna voidaan myös todeta, että Suomi on pitkä valtio. Elintarvikkeiden runkokuljetus keskusvarastolta alueelliselle jakelukeskukselle voi kestää jopa yli 8 tuntia.

3 Termodynamiikka

Termodynamiikassa käsitellään energian muodonmuutoksia. Olennaista on, että energia esiintyy lämpöenergiana, se muuttuu lämpöenergiaksi tai lämpöenergia muuttuu toiseksi energian muodoksi. Luonnossa energiaa esiintyy kemiallisena energiana erilaisissa polttoaineissa, liike- ja potentiaalienergiana tuulessa ja vedessä sekä auringon tuottama lämpöenergia. Lämpöenergia eroaa näistä muista, koska kaikkea lämpöenergiaa ei voi muuttaa joksikin toiseksi energian muodoksi. Esim. vesivoiman tuottama liike-energia muunnetaan generaattorin avulla sähkövirraksi. Tämän lisäksi generaattorin kitkan vuoksi osa veden liike-energiasta muuttuu lämpöenergiaksi.

Termodynamiikan ilmiötä esiintyy paljon kaikkien arkisessa elämässä. Jokaisella on kotonaan jääkaappi ja pakastin ja aamulla keitetty kahvi laitetaan termospulloon, jotta sen voi juoda myöhemmin. Pelkästään kotoa lähdetessä, kun ulko-ovi aukeetaan, törmätään termodynamiikan ilmiöön.

3.1 Termodynamiikan pääsäännöt

Termodynamiikan ilmiötä esiintyy arkisessa päivässä lukemattomia määriä. Termodynamiikan pääsäännöillä selitetään monia ilmiötä. Lämpötila on atomien liikkeeseen sitoutunutta energiaa. Mitä nopeammin atomit liikkuvat, sitä korkeampi lämpötila on. Lämpötila ei ole yhtä yksiselitteinen suure, kuten esim. massa, pituus tai paine. Lämpötila määritetään termodynamiikan avulla. (Hirvelä, A., Jokela, M., Kaapola, E. ja Kianta, J. 2011, 224)

Termodynamiikan 0. pääsääntö on: *Joutuessaan kosketuksiin toistensa kanssa eristetyssä systeemissä, kappaleiden lämpötilat tasaantuvat.* (Hirvelä, A. ja muut. 224)

Toisin sanoen eristetyssä systeemissä kuumempi esine lämmittää kylmempää esinettä. Näin ollen kotoa lähdetessä, kun ulko-ovi avataan, kylmä ilma ei tule sisälle, vaan lämmin ilma siirtyy sisältä ulos. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 224)

0. pääsäännön avulla on määritetty käsite lämpötila. Lämpötilan ilmaisuun on olemassa monia eri lämpötilan yksiköitä, mutta lämpötilan virallinen SI-asteikko on Kelvin-asteikko. Se on keksitty 1800-luvulla. Sen kiintopisteet ovat absoluuttinen nollapiste eli 0 K. Tässä pisteessä atomien liike on olematonta. Toinen Kelvin-asteikon kiintopiste on veden trippelipiste 273,15 K. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 225)

Muita yleisesti käytettyjä lämpötila-asteikkoja ovat Celsius-asteikko ja Fahrenheit-asteikko. Celsius-asteikkoa on yleisimmin käytetty lämpötilan esitysmuoto. Se on 1742 esitetty lämpötila-asteikko ja sen kiintopisteinä ovat veden jäätymispiste (0 °C) ja veden kiehumispiste (100 °C). Amerikan Yhdysvalloissa paljon käytetty Fahrenheit-asteikko on esitetty vuonna 1714. Sen kiintopisteinä ovat myös veden jäätymispiste (32 F) ja kiehumispiste (212 F). Asteikon muutos perustuu alhaisimpaan lämpötilaan, jonka asteikon keksijä Gabriel D. Fahrenheit pystyi löytämään. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 225)

Termodynamiikan 1. pääsäännössä käsitellään sisäenergiaa, U . Se kuvaa aineen tilaa. Jonkin eristetyn systeemin energioiden summa määritellään sisäenergiaksi. Sisäenergian määrää ei voida mitata, mutta sen muutokset voidaan mitata, ΔU . (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 226)

Liikevastuksia vastaan tehtävässä työssä voi huomata energian muuttumisen lämmöksi, esim. pumpatessa polkupyörän pumpulla, kitka muuttaa männän liikeenergiaa lämmöksi. Termodynamiikassa yleisin työ on tilavuuden muutostyö. Tätä kuvaa männän liike eristetyssä sylinterissä matkan Δl , puristaen ilmaa. Paine p kasvaa ja sylinterissä oleva ilma lämpenee. Ilman lämpeneminen ei voi johtua tässä tapauksessa ulkoisista tekijöistä, koska sylinteri on eristetty. Ilman lämpeneminen johtuu systeemiin eli sylinteriin tehdystä työstä eli puristuksesta (W). Mäntää painetaan voimalla F , joten työ voidaan ilmoittaa kaavalla 1.

1.

$$W = Fl = -p\Delta V$$

Termodynaamisessa systeemissä lämpötilan muutos voidaan aikaansaada lämmittämällä, puristamalla tai sekoittamalla. Eristetyssä systeemissä sisäenergian määrä pysyy samana. Sisäenergian muutokseen voi vaikuttaa ainoastaan energiansiirto systeemissä tai systeemiin tai lämmittäminen. Tämä voidaan esittää kaavassa 2.

2.

$$\Delta U = W + Q$$

ΔU systeemin sisäenergian muutos ($U_1 - U_2$) [J]

W systeemin tekemä työ [J]

Q systeemiin tuotu lämpö [J]

Termodynamiikan 1. pääsäännössä käy ilmi, että systeemiin tuotu energia voi muuttua toiseksi energiaksi, mutta kokonaisenergian määrä pysyy samana. Energia ei voi haihtua olemattomiin, eikä sitä synny tyhjästä. Tämän vuoksi ikiliikkujan valmistaminen on mahdotonta. (Hirvelä, A. ja muut. 227)

Sisäenergian muutoksien laskentaa varten on olemassa suure, entalpia. Sillä kuvataan aineen sisäenergian muutosta. Entalpian suuruutta ei voi määrittää, vaan aino-

astaan sen muutoksia. Entalpian muutos on alkutilanteen entalpian määrän ja lopputilanteen entalpian määrän erotus. Se voidaan esittää kaavalla 3.

3.

$$H = U + pV$$

H entalpia [J]

U systeemin sisäenergia [J]

p systeemin paine [Pa]

V systeemin tilavuus [m³]

Entalpian tulkinta ei ole yksinkertaista, mutta se on erittäin hyödyllinen käsite termodynamiikassa. Hyvin monessa tapauksessa käytetään ominaisentalpiaa Δh , jolla kuvataan aineen entalppiaa massaa kohden. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 228)

4.

$$\Delta h = c_p \Delta T$$

Δh ominaisentalpia [kJ/kg]

c_p ominaislämpökapasiteetti vakioaineessa [kJ/kgK]

ΔT lämpötilaero ($T_1 - T_2$) [K]

Termodynamiikan toisessa pääsäännössä käsitellään suuretta *entropia*, S . Se on tilasuure, jolla mitataan eristetyn systeemin sisäistä järjestyneisyyttä. Esim. vesilasi on systeemi. Systeemissä on vettä ja jääpaloja. Systeemin molekyylit ovat korkeasti järjestyneet. Jäämolekyyli ovat ominaan ja vesimolekyylit ominaan. Termodynamiikan 2. pääsäännön sisältö on, että systeemi pyrkii itsestään tasaiseen ja todennäköisimpään tilaan. Esimerkki systeemissämme, eli vesilasissa tämä tarkoittaa, että jääpalat sulaisivat vedeksi. Tasapainotilassa molekyylien epäjärjestys on suurimmillaan, eli vesimolekyyleistä ei voi erottaa ovatko ne olleet vesilasissa vai sulaneet jääpaloista. Toisin sanoen systeemin entropia kasvaa. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 229)

Jääpalat pyrkivät kohti luonnoslista tilaansa eli vedeksi. Ilmiö tapahtuu systeemissä itsestään. Molekyylien uudelleen järjestyminen jääpaloiksi ja vedeksi vaatisi ulkopuolista työtä systeemiin. Luonnollinen muutos tilasta toiseen eristetyssä systeemissä onnistuu ainoastaan, jos siihen liittyy entropian kasvu. Entropian kokonaismäärä voi

ainoastaan kasvaa, joten tämä määrittelee ilmiöiden tapahtumissuunnan. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 229)

Lämpö ei siirry itsestään ellei ole lämpötilaeroa. Termodynamiikan 2. pääsäännön tärkein laki on lämmön siirtymisen laki. Lämpö siirtyy luonnostaan lämpimästä viileämpään. Esimerkki systeemissä (vesilasi ja jääpalat) lämpö siirtyy lämpimämmästä vedestä jääpaloihin sulattaen ne, kunnes sulavesi ja lasissa ennestään ollut vesi ovat tasalämpöisiä. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 229)

2. pääsääntö jakaa prosessit palautuviin ja palautumattomiin prosesseihin. Palautuvat prosessit ovat teoreettisia ja niitä ei käytännössä esiinny. Niitä käytetään mallintamiseen. Luonnon prosessit ovat palautumattomia prosesseja, koska luonnossa on erilaisia häviöitä, mm. kitka, lämpötilaerot, paine-erot, pitoisuuserot, jne. Eristetyssä palautuvassa prosessissa siihen tuodun tai siitä viedyn lämmön avulla voi entropiaa muuttaa. Vakio lämpötilassa entropian muutos, ΔS , voidaan esittää kaavassa 5.

5.

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

ΔQ lämpömäärän muutos [J]
 T lämpötila [K]

Edellä esitetty on entropian virallinen määritelmä. Useimmiten entropiasta käytetään massayksikköä kohti laskettua ominaisentropiaa, jonka yksikkö on usein kJ/kgK. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 230)

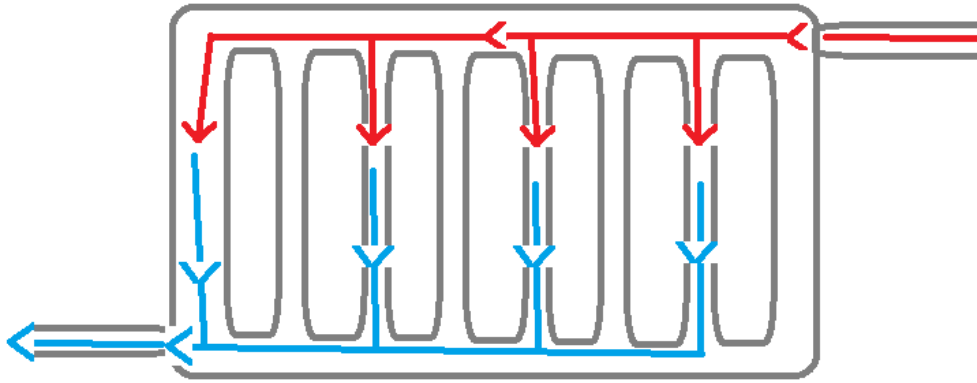
Kolmannessa termodynamiikan pääsäännössä määritellään absoluuttinen nollapiste. Se on alhaisin mahdollinen lämpötila, 0 K. Kansainvälisesti on sovittu lämpötilan olevan 0 K eli -273,15 celsius astetta. Absoluuttisessa nollapisteessä kaikkien termodynaamisen systeemin aineiden entropiasisältö on nolla. Termodynamiikan 2. pääsäännön mukaan tämä tarkoittaisi, että lämpö olisi kokonaisuudessaan muunnettavissa työksi. Absoluuttisen nollapisteen saavuttaminen on mahdotonta, sillä aineen atomien tulisi olla täydellisesti pysähtyneet, elektronit alhaisimmilla energiatasoilla ja kiderakenteen täysin järjestyneen. Kaikki elollinen toiminta loppuisi, jos absoluuttinen nollapiste saavutetaan. (Hirvelä, A. ja muut. 2011, 232)

3.2 Lämmönsiirtyminen

Termodynamiikan pääsääntöjen mukaan lämpö siirtyy lämpimämmästä kylmempään. Lämmönsiirtyminen voi tapahtua johtumalla, konvektoitumalla tai säteilemällä. Lämpöä siirtyy enemmän, kun lämpötilaero on suuri. Lämmönsiirtyminen on esillä arjessa esim. lämpöpatterissa virtaavasta vedestä lämpö konvektoituu patteriin, jossa se johtuu patterin metallisiin rakenteisiin ja lopulta säteilee ympäröivään ilmaan. (What is heat conduction?)

Lämmön johtuminen tapahtuu aineen molekyylitasolla. Molekyylien liike-energia siirtyy molekyyliltä toiselle. Johtumisen edellytyksenä on aineiden välinen yhteys ja lämpötilaero. Aineen sisällä tapahtuu myös johtumista, kun aineen rakenteissa on lämpötilaeroa. Lämmönjohtavuus ilmaisee aineen kykyä johtaa lämpöä. Lämmönjohtavuus ei kerro aineen kyvystä sitoa lämpöä, eli aineen lämpöenergian varastointikyvystä, esim. alumiini on erinomainen lämmönjohde, mutta ei pysty varastoimaan lämpöä kovin hyvin. Alumiinia käytetäänkin lämmönsäätölaitteiden höyrystimissä, koska se välittää lämpöä tehokkaasti varastoimatta sitä itseensä. (What is heat conduction?)

Lämmönsiirtyminen nesteen tai kaasun virtauksen aikana on konvektoitumista. Konvektio voi tapahtua luonnollisesti tai pakotetusti. Luonnollisessa konvektiossa painovoima aiheuttaa nesteen tai kaasun virtauksen paine-erosta johtuen. Välittäjäaineessa eli kaasussa tai nesteessä tapahtuu lämpötilan muutoksesta tiheyden vaihtelua. Raskaampi aine painuu alaspäin ja syntyy virtaus. Lämpö siirtyy välittäjä aineesta kiinteään aineeseen. (Methods of Heat Transfer) Kuviossa 1 voi huomata lämpöpatterissa tapahtuvan konvektion. Pakotetussa konvektiossa virtaus tehdään ulkopuolisella paine-erolla, esim. pumpulla. Kiinteän aineen ollessa lämpimämpi välittäjä aineetta, siirtyy lämpö kiinteästä aineesta välittäjäaineeseen ja virtaus vaihtaa suuntaa.



Kuvio 1. Lämpöpatterissa tapahtuva konvektoituminen (Riitamaa)

Lämpösäteily on lämmönsiirtymisen kolmas vaihtoehto. Se on sähkömagneettista säteilyä. Kappale lähettää ympäristöönsä energiaa fotoneina. Lämpösäteilyyn ei tarvita välittäjä ainetta, vaan fotonit matkaavat valonnopeudella suoraviivaisesti eteenpäin. Kappaleen tulee olla absoluuttisen nollapisteen yläpuolella, jotta lämpösäteily on mahdollista. (Methods of Heat Transfer)

4 Säädökset elintarvikekuljetuksissa

4.1 Laki lämpötilan mittaamisesta elintarvikekuljetuksissa

Kansallisessa lainsäädännössä keskeisin laki on elintarvikelaki nro 23/2006. Elintarvikelain tarkoitus on mm. varmistaa elintarvikkeista annettavan tiedon olevan totuudenmukaisia ja että elintarvikkeiden käsittely on ollut turvallista. Laissa määritetään mm. elintarvikkeiden käsittelyä, säilytystä ja kuljetusta koskevat vaatimukset. (Kansallinen lainsäädäntö, n.d.)

Elintarvikelain pykälässä 11, Elintarvikkeiden käsittelyä, säilytystä ja kuljetusta koskevat vaatimukset, määrätään seuraavasti:

Elintarvikkeita on käsiteltävä, säilytettävä ja kuljetettava niin, ettei elintarvikkeiden hyvä hygieeninen laatu vaarannu.

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksella säädetään:

1) elintarvikkeiden käsittelystä ja kuljettamisesta;

2) elintarvikkeiden käsittely-, säilytys-, kuljetus-, myynti- ja tarjoilutilojen lämpötiloista sekä elintarvikkeiden lämpötiloista;

3) helposti pilaantuvien elintarvikkeiden kansainvälisiä kuljetuksia ja tällaisissa kuljetuksissa käytettävää erityiskalustoa koskevan sopimuksen (ATP) (SopS 48/1981), jäljempänä ATP-sopimus, kansallisesta täytäntöönpanosta. (L 23/2006)

Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta määrittelee pykälässä 6 selkeästi elintarvikkeiden kuljetuslämpötiloja ja milloin kuljettaessa on käytettävä jäähdytyslaitteita: *Helposti pilaantuvat elintarvikkeet, jotka säilyäkseen on säilytettävä alhaisessa lämpötilassa, tulee kuljettaa jäähdytyslaitteistolla varustetussa, eristetyssä kuormatilassa tai muulla tavoin jäähdytettävässä, suljettavassa eristetyssä kuljetusastiassa siten, että elintarvikkeiden lämpötila on korkeintaan 6 °C. Kuitenkin eläimistä saatavien elintarvikkeiden kuljetuksissa, ellei kyseessä ole toimittaminen suoraan lopulliselle kuluttajalle, on noudatettava eläimistä saatavien elintarvikkeiden hygienia-asetuksen liitteessä III säädettyjä lämpötilavaatimuksia.* (A 1367/2011)

Pakastettujen elintarvikkeiden seurantalaitteiden vaatimukset määritetään komission asetuksessa lämpötilaseurannasta kuljetusten, välivarastoinnin ja varastoinnin aikana (EY 37/2005). Pakastekuljetuksissa käytettävien lämpötilanseurantalaitteiden on asetuksen mukaan oltava standardien EN 12830, EN 13485 ja EN 13486 mukaisia. Joskin varsinaista hyväksyntää ei tarvita, mutta toimijoiden on silti kyettävä esittämään asiakirjojen avulla mittalaitteiden olevan standardien mukaisia. (Luoto 2007, 84)

4.2 ATP – sopimus

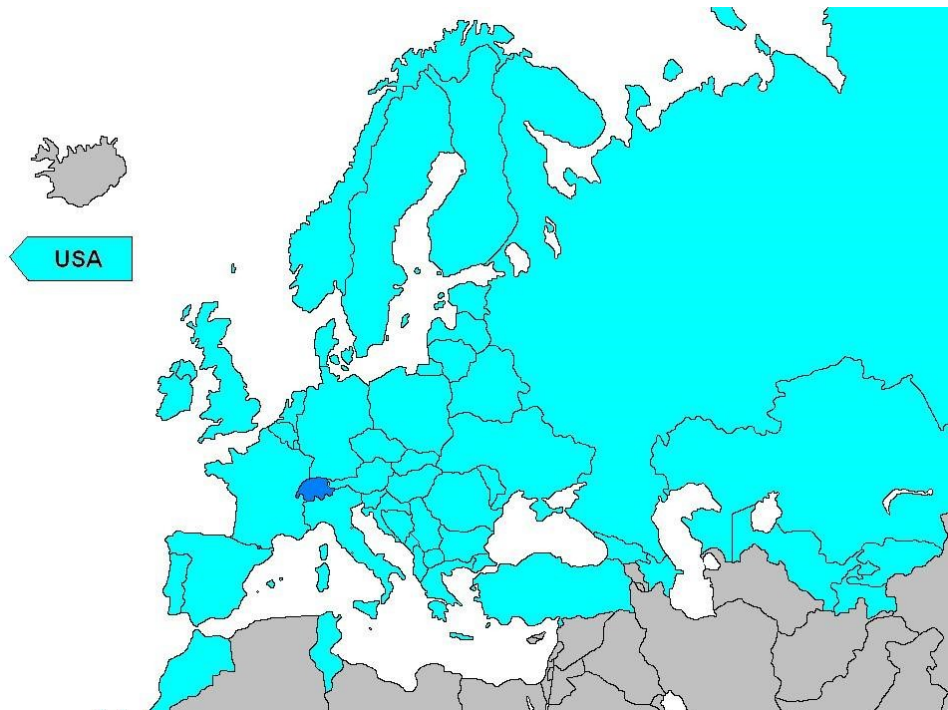
ATP on lyhenne, joka tulee ranskankielestä: *”Accord relatif aux Transports internationaux de denrées Périssables et aux engins spéciaux a utiliser pour ces transport”.*

ATP-sopimus on asetus, joka koskee helposti pilaantuvien elintarvikkeiden kansainvälisiä kuljetuksia ja niissä käytettävää erityiskalustoa (ATP). Helposti pilaantuviksi elintarvikkeiksi luokitellaan sellaiset, jotka tarjoavat mikrobeille hyvät lisääntymismahdollisuudet koostumuksensa, rakenteensa tai muiden ominaisuuksiensa takia. Hel-

posti pilaantuvia elintarvikkeita on säilytettävä ja kuljetettava joko korkeassa tai alhaisessa lämpötilassa. Helposti pilaantuvia tuotteita esimerkiksi ovat: (Luoto, 13)

- maito, kerma ja kypsytämön juusto
- tuore liha, sisäelimet ja veri
- makkarat ja lihasta valmistetut einekset
- tuore kala, mäti ja äyriäiset
- pakasteet ja jäätelöt

Atp-sopimus on helposti pilaantuvien elintarvikkeiden kuljetusta koskeva sopimus. Se koskee kaikkia korvausta vastaan tai omaan lukuun tapahtuvia helposti pilaantuvien elintarvikkeiden maatiekuljetuksia ja alle 150 km merikuljetuksia. Sopimus on tehty syyskuun 1. päivänä 1970 ja se on kansainvälisesti voimaan astunut 21. päivä marraskuuta 1976. Suomen tasavallan presidentti on hyväksynyt sopimuksen 28. päivä maaliskuuta 1980 ja Suomi on liittynyt sopimuksen piiriin 15. päivä toukokuuta 1981 ja määräys astui voimaan 31. päivä heinäkuuta. Viimeisin sopimusmuutos astui voimaan 13.11.2014. (Evira. ATP-sopimus) Kuviossa 2 on ATP sopimusmaat turkoosilla keväällä 2014. Kuviossa 2 sinisellä on Sveitsi, joka on allekirjoittanut sopimuksen, muttei ole sitä ratifioinut. (Kylmäketju. ATP-sopimus 2014)



Kuvio 2. ATP-sopimusmaat (Kylmäketju. ATP-sopimus)

ATP-sopimuksessa määritetään kalustovaatimukset helposti pilaantuvien elintarvikkeiden kuljettamiseen. Tämän sopimuksen piirissä kalustosta ei saa sanoa, että se on eristetty tai jäähdytetty, ellei se täytä tämän sopimuksen mukaisia vaatimuksia.

Kuormatiloja on normaalisti eristettyjä (IN) ja raskaasti eristettyjä (IR). Pakastettujen tuotteiden kuljetuksissa saa käyttää ainoastaan raskaasti eristettyjä kuormatiloja. IR-luokan kuormatilan lämmönläpäisykerroin eli k-arvo saa olla enintään $40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja IN-luokan korilla $40 - 70 \text{ W/m}^2\text{K}$. K-arvon ollessa yli $70 \text{ W/m}^2\text{K}$, ei kuormatilalle tulla myöntämään ATP-hyväksyntää. (ATP-todistus ja –sertifiointi 2014.)

5 Lämmönsäätelylaitteet

5.1 Lämmönsäätölaitteet

Lämpötilaa säätäviä laitteita on monenlaisia. Niiden tehtävänä on säädellä kuormatilan lämpötilaa. Suomi on haastava maa kuormatilan lämmönsäätelyn kannalta, koska kesällä tarvitaan jäähdytystä ja talvella lämmitystä. (Luoto, 47.) Puhuttaessa lämmönsäätelylaitteista tarkoitetaan kaikkia kuljetuksessa käytettäviä kuormatilan lämpötilaa sääteleviä laitteita sekä mittareita, kun taas lämmönsäätölaitteella tarkoitetaan pelkästään kylmäkonetta. Lämmönsäätelylaitteita ovat kylmäkoneen lisäksi esimerkiksi kryogeeninen kylmäkone, kylmävaraaja, lämpöpuhaltimet ja lattialämmitys. Lämmönsäätölaitteita on saatavilla pakettiautoista kuorma-autoihin ja raskaisiin perävaunuihin. Kuviossa 3 on kuorma-autoon asennettu lämmönsäätölaitte ja kuviossa 4 on pakettiautoon asennettu lämmönsäätölaitte.



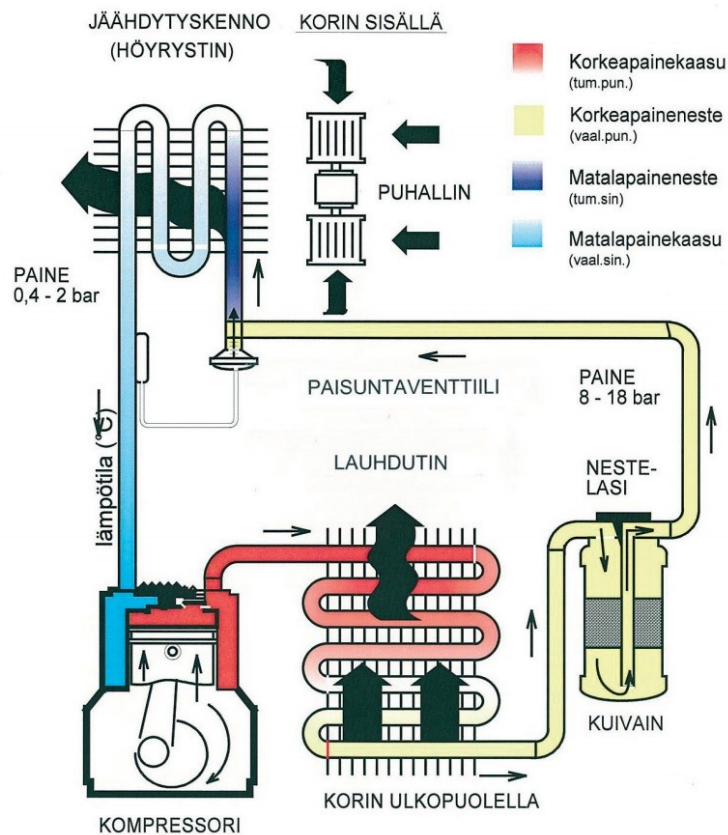
Kuvio 3. Kuorma-autoon asennettu lämmönsäätölaitte (Riitamaa)



Kuvio 4. Pakettiautoon asennettu lämmönsäätölaite (Riitamaa)

Kylmäkone ei sanana kuvaa kyseistä laitetta parhaalla mahdollisella tavalla, koska laite kykenee sekä lämmittämään että jäähdyttämään, joten laitteesta voidaan käyttää sitä paremmin kuvaavaa termiä: lämmönsäätölaite. Laitteen toiminta perustuu järjestelmässä kiertävän kylmäaineen olomuodon muutoksiin. Termi kylmäaine ei myöskään kuvaa oikealla tavalla ainetta, koska aineen avulla laite saadaan viilentämään ja lämmittämään.

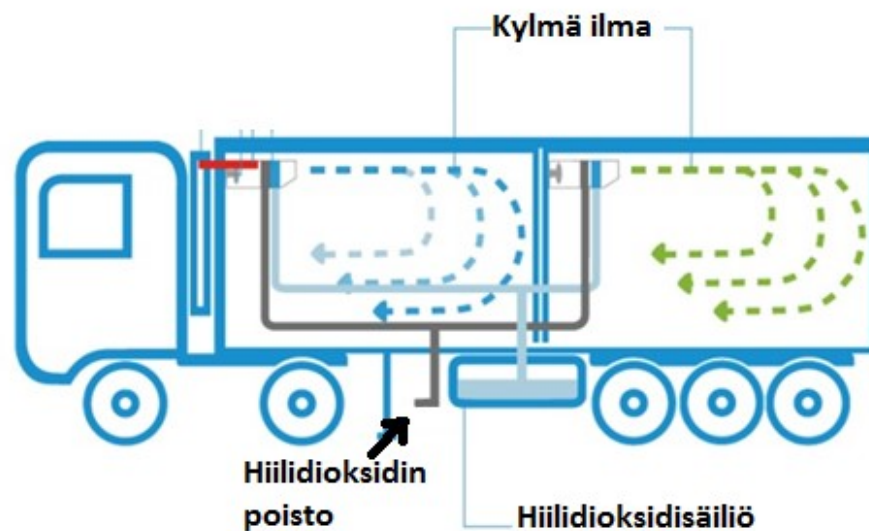
Kuviossa 5 on esitettyä lämmönsäätölaitteen toiminta, joka alkaa kompressorin puristaessa kaasumaista kylmäainetta jolloin kylmäaineen paine ja lämpötila kasvavat. Kylmäaine kulkeutuu lauhtuttimen läpi, jossa sen lämpötila laskee. Samalla kaasu tiivistyy nesteeksi. Tässä vaiheessa järjestelmässä on vielä korkea paine. Ennen höyrystintä on paisuntaventtiili, joka ohjaa höyrystimelle kulkeutuvan kylmäaineen määrää. Kylmäaine ohjataan höyrystimelle, jossa sen paine laskee. Kylmäaine sitoo kuormatilasta lämpöä itseensä ja höyrystyy kaasuksi. Kaasumainen kylmäaine imeetään taas kompressorille ja kierto alkaa alusta.



Kuvio 5. Kylmäkoneen toiminta, jäähdytys (Luoto, L. 2007)

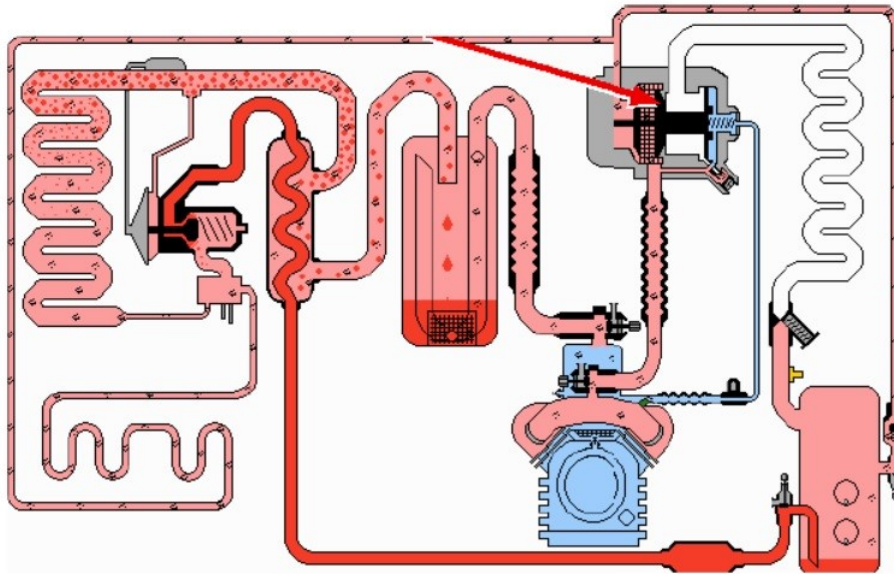
Kylmäkoneen lisäksi jäähdyttämiseen on tarkoitettu kryogeeninen kylmälaite ja kylmävaraaja eli eutektinen kylmälaite. Kylmävaraaja on yleensä kuormatilan kattorakenteeseen asennettu suolaliuoksella tai eutektisella geelillä täytetty levy, joka jäähdytetään ennen kuljetusta erillisellä jäähdytyslaitteella. Kylmävaraajia käytetään pienikokoisissa kuormatiloissa kylmätehon riittäen n. 5 tunnin ajaksi. (Luoto. 2007, 49.)

Kuviossa 6 on kuvattu kryogeenisen kylmälaitteen toiminta. Kryogeenisessä kylmälaiteessa kylmäaineena käytetään nestemäistä hiilidioksidia. Hiilidioksidi toimii tavallaan myös polttoaineena, koska käytön jälkeen nestemäinen hiilidioksidi muuttuu kaasuksi ja se vapautetaan ilmaan. (Alanne, E.) Järjestelmään kuuluu hiilidioksidisäiliö, ohjauslaite eli mikroprosessori, höyrystimen kennosto ja puhallin. Virtansa järjestelmä saa akuista ja kiinteästä sähköjärjestelmästä. Kuviossa 6 on myös nähtävissä järjestelmän komponentit. Suomessa laitteissa on vielä dieselmoottori, joka tuottaa virtaa järjestelmään tarvittaessa ja talviaikaan toimii lämmittimenä. Lämmitys perustuu hukkalämpöön, eli moottorin jäähdytysneste kiertää höyrystimen kennostolle ja lämmittää ohi virtaavaa ilmaa. (How does the system work?)



Kuvio 6. Kryogeenisen kylmlaitteen toiminta ja komponentit (How does the system work?)

Kuormatilan lämmittämiseen käytetään lämpöpuhaltimia ja lattialämmitystä. Kuten aiemmin todettiin, myös kylmäkonetta voidaan käyttää kuormatilan lämmittämiseen. Kuviossa 7 on esitetty kylmäkoneen lämmityksen toiminta. Lämmitettäessä kuormatila kylmäkoneella, muutetaan kylmäaineen kiertoa hieman. Kompressorin puristamaa kaasumaista kylmäainetta ei lämmityksessä ohjatakkaan jäähdyttimelle, vaan suoraan kuivaimelle. Kuormatila voidaan lämmittää myös erillisellä ilmanlämmittimellä esim. polttonestekäyttöisellä ilmanlämmittimellä. Jotkin korivalmistajat tarjoavat lattialämmitystä, missä lattiarakenteeseen on asennettu putkisto, jossa kierrätetään lämmintä nestettä. Lämpö siirtyy lattiasta säteilemällä kuormatilaan ja kuorma.



Kuvio 7. Kylmäkoneen toiminta, lämmitys.

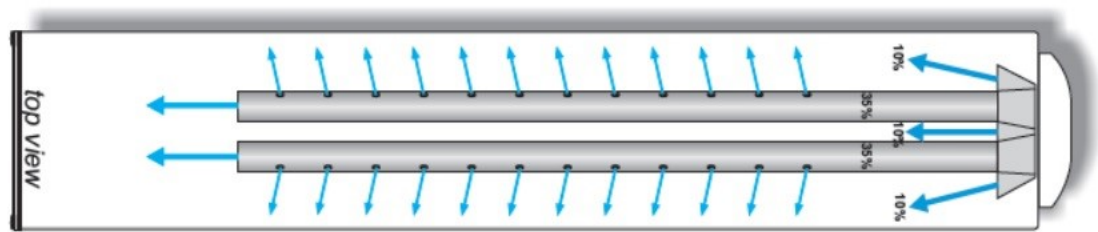
5.2 Ilmankierto ja mitoitus

Ilmankierto on elintarvikekuljetuksen onnistumisen kannalta tärkein tekijä. Useimmissa tapauksissa, joissa kuorma on pilaantunut, on ilmankierto ollut puutteellinen. Riittäväksi ilmankieroksi pidetään 30-40 kertaa tunnissa. Tuoreille kasviksille kierto voisi olla jopa 70-80 kertaa tunnissa. Perävaunujen kylmäkoneet pystyvät 0 Pa paineessa tuottamaan 4 200-5 500 m³/h ilmavirrantilavuuden riippuen kylmälaitteen tehosta. Kun kuormatila kuormataan täyteen ja peräovent suljetaan ja kylmäkone laitetaan päälle, kasvaa paine kuormatilassa. Paine häiritsee ilman kiertoa. Täyteen kuormatussa perävaunussa kylmälaitteen ilmavirran tilavuus on enää 3 700- 5 100 m³/h. (Alanne, E. 2016)

Kuormauksessa on oltava tarkkana varmistettava, että ilmalle jää tilaa. Kuormaamalla väärin voidaan häiritä ilmankiertoa ja estää ilmankierto jossain kuormatilan osassa. Tyypillisimmät virheet ovat liian korkean kuorman tekeminen, niin ettei ilmalle jää tilaa kiertää. Toinen yleinen virhe on epätasainen kuorman pinta. Tähän kuljettaja ei aina voi edes vaikuttaa. Epätasainen kuorman pinta saa aikaan ilmanpyörteitä kuormatilassa. Ilman pyörteet voivat estää tai rajoittaa ilmankiertoa. Tyypillistä on, että

ilma jää kiertämään kuormatilan etuosaan ja peräosa pääsee lämpenemään kuljetuksen aikana. (Alanne, E. 2016)

Ilmankiertoa voidaan merkittävästi parantaa ilmapusseilla ja imuväliseinillä. Ilmapussilla tarkoitetaan kuormatilan kattoon asennettua ”tunnelia”. Kuviossa 8 on esitetty ilmapussin toiminta. Osa kylmäkoneen puhaltamasta ilmasta ohjataan ilmapussiin ja sitä kautta sivuseinille ja peräoville. Pitkä yhtenäinen ilmapussi ei ole hyvä ratkaisu, koska lämpötilaerot kasvavat, varsinkin kuormatilan keskiosa pyrkii lämpenemään. Parhain ratkaisu on, missä ilmapussi pyrkii ohjaamaan ilmankiertoa koko kuormatilaan. Kuviossa 9 on perävaunun kuormatilasta kuvattu imuväliseinä. Kuviossa 10 on perävaunusta kuvattu ilmapussi.



Kuvio 8. Ilmapussin toiminta



Kuvio 9. Perävaunun kuormatilan imuväliseinä (Riitamaa)



Kuvio 10. Perävaunun kuormatilan ilmapussi (Riitamaa)

5.3 Kuormatilojen ja lämmönsäätelylaitteiden vaatimukset

Kuljetusvälineen on oltava hyväksytty elintarvikekäyttöön, jos sillä kuljetetaan elintarvikkeita. Elintarvikekuljetuksiin käytettävissä kuormatiloissa sovelletaan suurimalta osin samoja vaatimuksia kuin elintarvikehuoneistoihin. Lämpötilaseurattavia elintarvikkeita kuljetetaan lämpösäädelyillä kuljetuksilla ja näissä kuljetuksissa käytettävien kuormatilojen on oltava eristettyjä, umpinaisia sekä suojata tuotteita pölyltä ja kosteudelta. Kuormatilan materiaalien puhdistamisen ja pinnoittamisen on oltava yksinkertaista. (Luoto. 2007, 41)

Suomessa käytetään pääsääntöisesti kahden tyyppisiä kuormatiloja FNA:ta ja FRC:tä. Molemmat kuormatilat ovat koneellisesti jäähdytettviä. Kuormatilojen ero on eristemäärässä. FRC on raskaasti eristetty ja FNA normaali eristyksellä.

Lämmönsäätölaitteiden vaatimukset kulkevat käsikädessä kuormatilan luokituksen mukana. Luokitus on oikeastaan kuormatilan ja lämmönsäätölaitteen yhteinen. FRC luokan saa vain, jos on raskaasti eristetty kuormatila ja lämmönsäätölaitte, jonka teho riittää tuottamaan -20°C lämpötilan kuormatilaan. Atp-luokitus on merkitty kuormatilan yläkulmaan ja siihen on merkitty sen viimeinen voimassaolo aika. Lisä

kirjain X tarkoittaa, että lämmönsäätölaite tarvitsee autonmoottoria toimiakseen.

Kuviossa 11 on kuva luokitusmerkinnästä. (Luoto. s. 79-80)



Kuvio 11. Atp luokituksen merkitseminen (Riitamaa)

Kuormatilan perässä voi käyttää oviverhoja, jotka helpottavat sopivan lämpötilan säilyttämistä kuormatilassa. Kuormatilassa sisällä voidaan myös käyttää siirreltäviä verhoja, jolloin lämpösäädellyn kuormatilan aluetta voidaan rajata. Kuormatilojen ominaisuuksien määrittelyyn käytetään kappaleessa 4.2 esiteltyä ATP-sopimusta. Kuormatilassa voidaan kuljettaa muitakin kuin elintarvikkeita, jos kuljetettavat tuotteet eivät aiheuta terveydellistä riskiä elintarvikkeille. Kuviossa 12 on oviverhot (Luoto. 2007, 41)



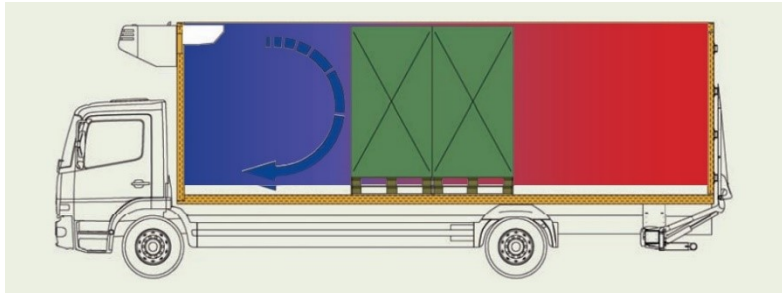
Kuvio 12. Oviverhot kuormatilan perässä (Riitamaa)

Kuten aiemmin mainittiin, kuormatilojen rakenteiden on oltava helppoja puhdistaa. Elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevat esineet, välineet ja laitteet on rakennettava sellaisista materiaaleista, että saastumisriski jää mahdollisimman pieneksi. Laitosasetuksen 37/EEO/2006 mukaan eläimistä peräisin olevien elintarvikkeiden kuljetuksissa käytettävien kuljetusvälineiden on oltava valmistettu sileästä ja syöpymättömästä aineesta, sekä näiden kuljetusvälineiden on oltava niin tiiviitä, ettei elintarvikkeisiin joudu vieraita aineita. (Luoto. 2007, 41-42)

Lämmönsäätelylaitteiden vaatimukset painottuvat kylmäkoneisiin. Kylmäkoneille tehdään tyyppitarkastuksia, joissa testataan kylmäkoneen viilennystehoa ulkolämpötilan ollessa + 30 celsiusta. Kylmäkoneen on pystyttävä jäähdyttämään kuormatila jopa -20 celsiusasteeseen, ulkolämpötilan ollessa +30 celsiusastetta. Kylmäkoneen lämmitystehon testauksessa ei riitä vain kuormatilan jäähdytys, mutta kylmälaitteen on myös ylläpidettävä -20 celsiusasteen lämpötila, kun ulkolämpötila on +30 celsiusastetta. (Luoto. 2007, 82)

5.4 Lämpötilan mittausvälineet

Kuormatilassa olevia lämmönsäätelylaitteita seurataan ja ohjataan sen mukaan, mikä kuormatilasta mitattava lämpötila on. Kylmälaitteen malli ja valmistaja vaikuttavat kuormatilan jäähdytyslaitteiden lämpötilojen seurannan toteutukseen. Lämpötilan seurantalaitteen tärkein ominaisuus on mitata kuormatilasta palaava ja sinne puhallettavan ilman lämpötila ja säätää sitä hallitsevan kylmäkoneen toimintaa. Kuormatilan lämpötila voi vaihdella, jos ilman esteetön kierto kuormatilassa on estetty esim. asettamalla puhaltimen eteen liian korkea tuote kuten Kuviossa 13 on esitetty ilman kierron este. Lämpötila tallennetaan määrätyin väliajoin kuormatilan lämpötilan tallennuslaitteiden avulla. Tallennuslaitteille asetetut vaatimukset määritellään standardissa EN 12830. (Luoto. 2007, 52)



Kuvio 13. Tuotteiden takia ilmankierto on estynyt kuormatilassa. (Luoto, L. 2007)

Laitteet, joilla rekisteröidään kuormatilan lämpötilaa, voivat olla täysin erillisiä laitteita tai yhdistetty kylmälaitteen mitta-antureihin. Jos kuljetuksessa on vaadittu standardin EN 12830 mukainen lämpötilanrekisteröintilaitte, on laitteen silloin oltava erillinen kylmäkoneen säätöjärjestelmästä. Kuormatilat, joissa on useampi osasto, on asennettava erilliset anturit jokaiseen kuormatilan osastoon. Antureita suositellaan sijoitettavaksi kuormatilaan koko pituudelle tasaisin välein 2-3 kappaletta, joista yksi anturi pitäisi sijoittaa kylmälaitteen eteen mittaamaan kylmälaitteelle palaavan ilman lämpötilaa. (Luoto. 2007, 52-53)

Lämpötilan tallennuslaitteet ovat pakollisia pakastettujen elintarvikkeiden kuljetuksissa. Tallenteet on päivättävä ja niitä on säilytettävä vähintään vuoden ajan ja joidenkin elintarvikkeiden kohdalla vielä pidempään. Pakasteiden lämpötilanseurantaan käytettävät mittarit ja tallennusvälineet on oltava standardien EN 12830, EN 13485 sekä EN 13486 mukaisia ja välineistä on säilytettävä asiakirjat, joista voidaan tarkastaa ovatko käytössä olevat välineet standardien mukaisia. Kuviossa 14 on Optitemp 4 lämmönrekisteröintilaitte (Luoto. 2007, 53)



Kuvio 14. Optitemp 4 lämmönrekisteröintilaitte (Riitamaa)

Kuormatilojen lisäksi elintarvikekuljetuksissa on tärkeää tuotteiden kuormaushetken lämpötila ja siitä on varmistuttava kuormaushetkellä mahdollisimman tarkasti. Myös kuormaa purkaessa on välittömästi mitattava tuotteiden lämpötilat. Tuotteiden lämpötilaa mittaaville laitteille on pakastettujen tuotteiden osalta asetettu laatuvaatimuksia ja muiden tuotteiden lämpötilanmittaukseen suositellaan käytettäväksi yhtä laadukkaita mittareita. Tuotteiden lämpötilaa mitatessa käytetään lasertekniikkaa lämpötilan mittaamiseen ja jos lämpötilojen raja-arvot ylittyvät mitataan tuotteen lämpötila tarkkuuslämpömittarilla. Tuotteiden lämpötilaa voidaan mitata myös käytämällä pinta-antureita tai lanka-antureita. (Luoto.2007, 53-54)

6 Lämmönsäätelylaitteiden käyttö

Kuljetusliikkeistä saadun tiedon perusteella kuljettajat perehdytetään käyttämään lämmönsäätelylaitteita. Kuljetusliikkeissä pyritään käyttämään hyvin saman tyyppisiä laitteita, jottei kuljettajille tarvitse pitää useita koulutuksia, vaan yhdellä perehdytyksellä kuljettaja pystyy käyttämään kaikkia yrityksen laitteita. Lämmönsäätelylaitteiden myynti- ja huoltoliikkeet antavat ja tarjoavat käyttökoulutuksia edustamilleen laitteille. Tosin suuremmissa yrityksissä on omat koulutus- ja perehdytysorganisaatiot, joten myynti- ja huoltoliikkeiden tarjoama koulutus on kohdistettu pieniin ja keskisuuriin yrityksiin. Uusien laitteiden luovutuksessa, esim. uuden elintarvikekuljetusperävaunun luovutuksessa lämmönsäätölaitteiden edustaja on harvoin paikalla. Tällöin lämmönsäätölaitteen käytön perehdytys jää korivalmistaja vastuulle. Perehdytys annetaan usein muutamalle henkilölle, jotka perehdyttävät yrityksen loput käyttäjät.

6.1 Laitteen tarkistus

Otettaessa lämmönsäätelylaitteella varustettu kuljetusväline käyttöön, tulisi se tarkistaa ennen kuljetuksen suorittamista. Pahimmassa tapauksessa kuljettajat ovat lastanneet kuormatilan tai perävaunun täyteen viileää vaativan elintarvikekuormaan ennen kuin tarkistavat lämmönsäätelylaitteen toiminnan, jonka jälkeen kuljetusväline siirretään pois lastauslaiturista ja lämmönsäätelylaitte kytetään päälle, mutta se ei käynnisty. Tässä tilanteessa kuljetettavat elintarvikkeet ovat saattaneet altistua

väärälle lämpötilalle esimerkiksi viileää vaativat maitotuotteet ovat lämmenneet kesän helteissä ja ovat siten myyntikelvottomia.

Syy lämmönsäätelylaitteen käynnistymisen epäonnistumiseen on usein akustossa tai polttoainejärjestelmässä. Säännöllinen laitteiden käyttö vähensi laitteissa esiintyviä virheitä. Lämmönsäätelylaitteissa on toimintoja, jotka jäävät toimimaan virran katkaisun jälkeenkin. Mm. lämmönrekisteröinti laitteistot jäävät toimimaan vaikka lämmönsäädin itse ei olisi käynnissä. Laitteessa on usein myös toiminto, joka mittaa akuston varauksen tasoa ja lopettaisi lämmönrekisteröintilaitteen toiminnan, jos akuston jännite laskee kriittiseksi. Se ei usein silti riitä laitteen käynnistymiseen. Kuljetusliikkeiltä löytyi apuvirtakaapeleita, joilla virtaa pystyi ottamaan ajoneuvon akustosta lämmönsäätölaitteen käynnistämiseksi. Apuvirtakaapeleita ei välttämättä ollut jokaisessa yrityksen ajoneuvossa, vaan muutamat käynnistyskaapelit yrityksen toimipisteessä. Joissakin yrityksissä kuljettajia on tarkasti neuvottu testaamaan lämmönsäätölaitteen käynnistyminen, ennen kuin kuljetusväline otetaan käyttöön.

Polttoainejärjestelmän ongelmat saattoivat johtua väärästä polttoainelaadusta tai polttoaineen puutteesta. Perävaunuun asennetuissa lämmönsäätölaitteissa on riski sähköisen polttoaineen siirtopumpun pettämiseen. Perävaunuissa lämmönsäätölaite on hyvin korkealla suhteessa polttoainesäiliöön, joka on usein sijoitettuna perävaunun runkoon. Polttoainesäiliö on hyvin usein myös pitkän matkan päässä lämmönsäätölaitteesta, jolloin polttoaineputki on hyvin pitkä laitteen ja säiliön välillä. Polttoaineen siirtopumppu saattaa joissain tapauksissa ylikuormittua esim. hieman jäykkä polttoaine tai ilma polttoainejärjestelmässä.

Ylivoimaisesti suurimmat ongelmat aiheutuivat väärästä polttoainelaadusta ja polttoaineen loppumisesta. Ilman lämpötilan laskiessa polttoaineen suodatettavuus lämpötilan alapuolelle, saattaa polttoaine jähmettyä suodattimeen tai polttoaineputkistoon. Tällaisessa tapauksessa polttoaine järjestelmä on avattava ja putkisto puhallettava paineilmailla tyhjäksi hyytelömäisestä polttoaineesta. Polttoaineen suodattimet on myös vaihdettava. Polttoaineen jäätyessä järjestelmään on koko kuljetusväline siirrettävä lämpimään ja odotettava järjestelmän sulamista. Tähän saattaa mennä muutama vuorokausi, jonka jälkeen polttoainejärjestelmästä on poistettava väärän laatuinen polttoaine ja järjestelmä täytetään polttoaineella, jota voi käyttää kovassakin pakkasessa. Polttoaineen suodattimet on vaihdettava tässäkin tapauksessa, koska

väärää polttoainelaatua on saattanut jäädä suodattimeen ja se voi sakkaantua ja aiheuttaa tukoksen suodattimeen.

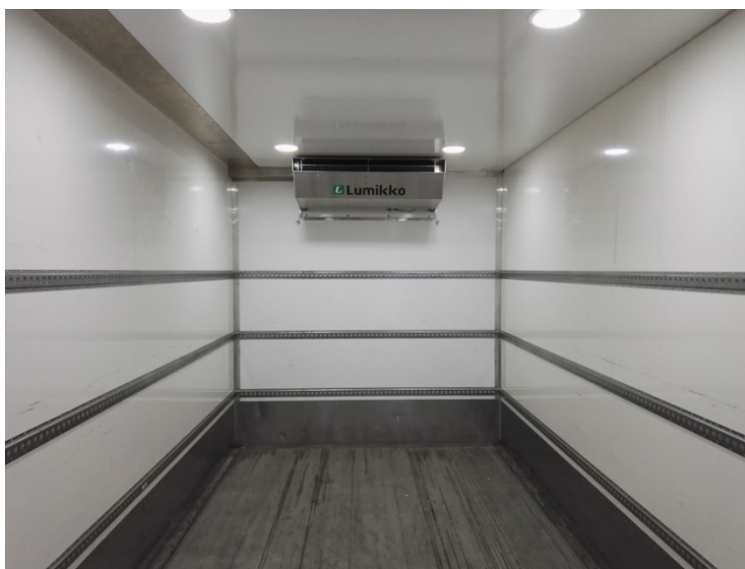
Kuljetusliikkeissä pyrittiin seuraamaan käytettävää polttoainetta. Kuljettajia oli ohjeistettu tarkistamaan lämmönsäätölaitteiden toimintaa loppukesän ja syksyn aikana. Jäähdytyslaitteiden eli kylmäkoneiden osalta tämä oli helpompaa, koska ne ovat voimakkaasti käytössä kesäaikaan. Lämmityslaitteet eivät ole kesäaikaan juurikaan käytössä ja näiden laitteiden kanssa tuli usein ongelmia syksyllä ensimmäisten kylmien öiden yllättäessä.

Polttoaineen loppuminen oli eräs merkittävistä virheistä, joita kuljettajat tekivät. Kuljetusliikkeissä kuljettajia käskettiin voimakkaasti tarkistamaan polttoaineen määrä kuljetusvälinettä otettaessa käyttöön ja jätettäessä kuljetusväline toiselle kuljettajalle. Polttoaineen loppumista sattui yrityksissä muutamia kertoja vuodessa. Joissain ajoneuvoissa lämmönsäätölaite ja ajoneuvo käyttävät samaa polttoainetta samasta polttoainesäiliöstä. Näin polttoaine ei pääse loppumaan lämmönsäätölaitteelta.

Polttoaineen loppuminen saattoi johtaa toiseen ongelmaan, jos kuljettaja ei huomannut tarkistaa polttoaineen määrää. Joissain tapauksissa kuljettaja oli yrittänyt käynnistää lämmönsäätölaitetta niin kauan, että laitteen akuston jännite laski alhaiseksi, eikä laitteen käynnistäminen omin avuin ollut enää edes mahdollista. Polttoaineen loppumisen jälkeen polttoainesäiliö pitää täyttää ja polttoainejärjestelmä tyhjentää ilmasta eli järjestelmä täytyy ilmata. Lämmönsäätölaitteissa on käsikäyttöinen ilmauspumppu, jolla polttoainejärjestelmästä voidaan poistaa ilma. Vetoauton kuormatilan lämmönsäätö laite tosin sijaitsee aivan korin yläreunassa, joten laitteen ilmaaminen on hankalaa ja vaarallista. Laitteen luokse pääseminenkin on jo haaste, ellei ajoneuvossa ole kunnon tikkaita ja tukevaa huoltotasoa ohjaamon päällä. Joissain kuljetusliikkeissä ajoneuvon ohjaamon ja kuormatilan päälle kiipeäminen on kielletty suuren turvallisuusriskin vuoksi. Perävaunun lämmönsäätölaitteen ilmaamista haittaa suuri korkeusero laitteen ja polttoainesäiliön välillä. Myös pitkän polttoainejärjestelmän ilmaamiseen käsikäyttöisellä ilmauspumpulla kuluu tuhattoman paljon aikaa. Huoltoliikkeillä on käytössä sähkökäyttöiset ilmauspumput, joilla järjestelmän saa ilmattua nopeasti ja tehokkaasti.

6.2 Oikeaoppinen tarkistus

Otettaessa lämmönsäätölaitteella varustettua kuljetuskalustoa käyttöön, tulisi kuljettajan suorittaa seuraavia tarkastuksia. Ensimmäiseksi tulisi tutkia silmämääräisesti laitetta ja puuttua poikkeamiin. Silmämääräinen tarkastus tulisi suorittaa ulkopuolelta, sekä sisäpuolelta. Höyrystimen edessä saattaa olla esteitä, jotka häiritsevät toimintaa, kuten kaksitasolastausjärjestelmän puomit ja lavojen käärimiseen käytetty kelmu voi tarttua höyrystimen säleikköön. Kuormatilan ollessa lastattu, täytyy luottaa, että kuorman lastaaja on tarkistanut lämmönsäätimen höyrystimen ja lastannut asianmukaisesti kuormatilan. Kuviossa 15 on kuvattu, miltä kuormatilan tulisi näyttää, kun se otetaan käyttöön.



Kuvio 15. Kuormatila käyttöönotettaessa sisältäpäin. (Riitamaa)

Silmämääräisen tarkastuksen aikana, kuljettajan on hyvä ja helppo tarkistaa onko lämmönsäätimellä riittävästi polttoainetta. Seuraavaksi tarkastetaan öljyn määrä lämmönsäätölaitteesta. Laitteissa on öljytikut, sekä pinnantasoanturit anturit. Virrat kytkettäessä laite ilmoittaa varoituskoodilla, jos öljyn pinnantaso on liian alhainen.

Laitte ilmoittaa monesta muustakin asiasta hälytyskoodien avulla. Osat hälytyksistä ovat sen kaltaisia, että laitetta voidaan vielä käyttää, mutta jotkin hälytykset sammuttavat laitteen ja se tarvitsee välitöntä huoltoa. Hälytykset, jotka sallivat laitteen

käytön voidaan poistaa ja hälytys ei välttämättä enää ilmaannu. Lämmönsäätimen moottori ja kompressor ja liikkumisesta aiheutuva värinä saattaa aiheuttaa ns. haamuilmoituksia. Laitteen johtosarjojen liittimet liikkuvat hieman värinästä ja tiedon kulku saattaa katketa hetkeksi, mikä aiheuttaa hälytyksen. Vesi ja kosteus liittimissä saattaa myös aiheuttaa perättömiä hälytysilmoituksia. Hälytyskoodien toistuvasta ilmaantumisesta on syytä toimittaa laite huoltoon.

6.3 Lämpötilan säätö

Kuljetuksen aikana tulee kuljettajan tarkistaa, että kuormatilassa vallitseva lämpötila on kuorman vaatima lämpötila. Olosuhteista riippuen tulee kuljettajan säätää asetuslämpötila hieman suuremmaksi tai matalammaksi. Esim. -30 °C pakkasessa täytyy asetuslämpötila laittaa asteen tai kaksi korkeammaksi, ettei ulkopuolen kova pakkanen pääse vaikuttamaan kuormaan. Nykyaikaisissa lämmönsäätölaitteissa lämpötilaa ohjataan hyvin tarkoin. Lämmönsäätelyssä päästää jopa puolen asteen tarkkuuteen.

Lämmönsäätölaitteet ovat nykyisin varustettu start-stop toiminnolla, jolla voidaan säästää polttoainetta. Start-stop toiminnon aikana, laitteen saatua kuormatilaan asetetun lämpötilan, laite sammuu. Kuormatilan lämpötilan noustessa tai laskiessa pari astetta laite käynnistyy uudelleen ja alkaa tehokkaasti jäähdyttää tai lämmittää kuormatilaa. Kaikki tuotteet eivät kestä tällaista lämmönsäätelyä.

6.3.1 Esijäähdytys

Ennen kuormausta tulee kuormatila esijäähdyttää tai kylmällä ilmalla esilämmittää. Tästä puhutaan esijäähdytyksenä. Lämpimällä ilmalla moni ulkoinen tekijä pyrkii lämmittämään kuormatilaa. Aurinko lähettää lämpösäteilyä kuormakorin seiniin. Auringon lämmöstä maanpinta lämpenee, mikä pyrkii lämmittämään ajoneuvon ja perävaunun runkoa. Ajoneuvon ja perävaunun rungostakin lämpö pyrkii siirtymään kuormatilaan ja kuormaan. Esijäähdyttämällä estetään kuljetusvälineen rakenteista lämmön siirtyminen kuormatilaan. Esijäähdytyksen tulisi kestää vähintään haluttuun kuljetuslämpötilaan asti, mutta mieluiten vähintään tunnin.

Moni kuljetuksenantaja tekee satunnaista tarkistusta esijäähdytyksiin. Kuljetuksenantajan edustaja käy mittaamassa kuormatilasta lämpötilan. Lämpötilan ollessa

kuljetuslämpötilaa korkeampi, ei kuljettaja saa aloittaa lastausta, vaan joutuu siirtämään kuljetusvälineensä viilentymään.

Lämmönsäätölaitteen käyttäminen kuljetusvälineen ollessa lastaussillassa on turhaa. Esilämmitetty kuormatila pysyy riittävän viileänä kylmäterminaalin tai kylmävaraston työntämän viileän ilman ansiosta. Lämmönsäätölaitteen käyttäminen myös kuormatilan ovet auki on turhaa ja osittain haitallista. Peräovien ollessa avoinna puhalttaa lämmönsäätölaitte viileän ilman ulos kuormatilasta. Höyrystimelle palaava ilma on ulkoa vedettyä lämmintä ja kosteaa ilmaa. Kosteaa ilmaa kulkiessa höyrystimen kennoston lävitse, tiivistyy kosteassa ilmassa oleva vesi höyrystimen kennoston pinnalle. Kennosto on erittäin kylmä, koska peräovet ovat avoinna ja termostaatti ohjaa lämmönsäätölaitteen puhaltamaan viileämpää ilmaa, minkä seurauksena ilmasta tiivistynyt vesi jäätyy höyrystimen kennoston pinnalle. Jää rajoittaa höyrystimestä puhallettavaa ilmaa ja näin heikentää ilmankiertoa. Kuljetuksen aikana lämmönsäätölaitte siirtyy automaattisesti sulatusasetukselle, jotta se saa jään poistettua höyrystimen kennostosta. Tähän menee aikaa, eikä sillä välin kuormatila jäähdy, vaan lämpenee.

6.3.2 Kuormaus

Aikaisemmin jo mainittiin, että kuormauksen aikana lämmönsäätölaitteen käyttö on tarpeetonta. Kylmäterminaalista puhallettava viileä ilma riittää säilyttämään tarvittavan lämpötilan säilyttämään.

Kuormauksessa tärkeintä on huomioida, että ilmalla on tilaa kiertää. Katon raja tulisi jäädä vähintään 20 cm tilaa, jotta ilmankierto varmistuu. Toinen huomioitava seikka on kelmu, jolla lavat ja rullakot on sidottu. Jos lava on kääritty kelmuun aivan lavan tai rullakon ala-reunaan asti, estää kelmu ilman paluun alakautta höyrystimelle.

Kaksitasolastauksessa on myös huomioita, ettei kuormata liian korkealle ja rajoiteta ilmankiertoa. Kaksitasolastaustasot saattavat rajoittaa tai jopa estää ilman kunnollisen puhalluksen höyrystimeltä. Ilmankiertoa häiritsee myös tilan jättäminen höyrystimen eteen. Matalat lavat edessä ja niiden takana olevat korkeat lavat muodostavat tilan, jossa ilma alkaa pyörteillä. Pyörteilyn vuoksi ilma ei kierräkään koko kuormatilassa, vaan ainoastaan kuormatilan etuosassa.

6.3.3 Lämpötilan ylläpito ja ilmankierto

Lämmönsäätölaitteet ovat suunniteltu ainoastaan asetetun lämpötilan ylläpitoon, ei kuorman jäähdyttämiseen kuljetuslämpötilaan. Haastatteluissa selvisi, että kuljetuksen antajilla ei välttämättä ole kuormaa koko kuljetusvälineen täyttämiseksi, vaan he joutuvat pyytämään toista kuljetuksenantajaa mukaan yhden kuljetusvälineen täyttöön. Tällöin rahtikulujen minimointiin pyrittäessä saatetaan rahdinkuljettajalle tehdä ns. sekakuorma. Lyhyessä jakelussa sekakuormat ovat hyvin tyypillisiä, eivätkä poikkeavat kuljetuslämpötilat ehdi pilaamaan tuotteita. Ilmankierron varmistamiseksi kuormatilassa voi olla kaksi höyrystintä, toinen kuormatilan etuosassa ja toinen takaosassa. Kuviossa 16 on toinen höyrystin kuormatilan takaosassa.



Kuvio 16. Toinen höyrystin kuormatilan takaosassa. Mahdollistaa kaksi eri kuljetuslämpötilaa tai tehostaa ilmankiertoa. (Riitamaa)

7 Yhteenveto

Tutkimuksen aikana selvisi, että lämmönsäätölaitteet ovat oikealla käytöllä ja huollolla luotettavia laitteita ja kuljettaja ja kuorma aiheuttivat suurimman osan tyypillisistä ongelmista. Kuljetusliikkeitä ja kuljettajia haastatteleamalla selvisi hyvin huollon merkitys, tarkennettuna suunnitellun huollon merkitys. Laitteiden säännöllinen käyttö vähensi virheellistä toimintaa tai toimimattomuutta.

Lämmönsäätelylaitteiden huollosta ja tarkastuksesta vastaavista toimijoita haastatteleamalla selvisi tietoa kuljettajien ja kuljetuksen antajien puutteellisista tiedoista ja taidoista. Tutkimuksen aikana paljastui, että nykyaikaiset lämmönsäätelylaitteet ovat

teknisesti kestäviä laitteita. Elintarvikekuljetusten ongelmat liittyvät usein kuljettajan aiheuttamaan virheeseen tai kuorman aiheuttamaan olosuhteeseen.

Lämmönsäätelylaitteista on kehittynyt varusteita, jotka vaativat erityishuoltoa ja erityisosaamista. Kuljetusliikkeet ovatkin huolloissa kääntyneet erikoisliikkeiden puoleen. Huoltoliikkeitä on aikaisempaa enemmän. Osa korjaamoista korjaa ja huoltaa kaikkia merkkejä. Jotkin huoltoliikkeet ovat erikoistuneet johonkin tiettyyn merkkiin. Eero Alanne kertoi haastattelussa VTA Tekniikka Oy:n perustaneen Tampereelle uuden huoltoliikkeen, jossa on Thermo Kingin edustus ja myynti, mutta myös muiden merkkien huolto.

Lämmönsäätelylaitteiden tekninen toiminta on hyvin luotettavalla tasolla. Haastatte-
luissa ei pystytty nimeämään yhtään ns. tyyppivikaa. Useimmat laitteistosta johtuvat ongelmat olivat tärinän, kosteuden ja pölyn aiheuttamia kosketushäiriöitä, joista lämmönsäätölaitteen ohjainlaite ilmoitti hälytyskoodilla. Ongelmat, joissa kuorman vaurioituminen ja laadun heikkeneminen olivat mahdollista, liittyivät usein huonoon ilmankiertoon ja väärään asetuslämpötilaan. Nämä ongelmat olivat saaneet alkunsa usein kuljettajan, lastaajan tai kuljetuksenantajan virheestä.

Kuljettajien perehdyttäminen oli hoidettu hyvin. Kalustohankinnoissakin oli ajateltu käyttäjiä, sillä yrityksissä pyrittiin käyttämään yhden merkkisiä laitteita, jotta kuljettajien perehdyttäminen olisi helpompaa. Jokaisessa yrityksessä oli käynyt vahinkoja ja tullut virheitä. Virheistä opittiin ja niitä pyrittiin vähentämään. Suurilta kuorman vauriolta, kuten koko kuorman pilaantumisilta oli haastatelluissa yrityksissä välttytty.

Kuljetusliikkeissä parannetaan kuljetusjärjestelmiä jatkuvasti. Virheisiin puuttumisen nopeuttaminen parantaa kuljetusjärjestelmän toimivuutta. Eräässä kuljetusyrityksessä siirryttiin sähköiseen kuljetusvälineen vianilmoitukseen. Järjestelmässä kuljettaja ilmoittaa viasta ajoneuvopäätteellä. Ilmoitus on välittömästi huomattavissa kuljetusyrityksen, sekä ulkopuolisen huoltoyhtiön tietojärjestelmissä. Järjestelmän suurin hyöty on nopeassa vian ilmoituksessa, sillä ilmoituksen jälkeen kuljetusvälineen määränpäässä tiedetään, että on saapumassa vioittunut laite ja sille varataan huolto.

Varsinkin elintarvikekuljetuksissa virheiden ja vikojen nopealla ilmoituksella on hyvin suuri merkitys. Väärät kuljetuslämpötilat saattavat lyhyessäkin ajassa lyhentää tuotteiden käyttöikää päivillä tai pahimmillaan tehdä tuotteista myyntikelvottomia. Ny-

kyaikaisissa lämmönsäätölaitteissa onkin ns. ”kotiin tuontiohjelma”. Siinä lämmönsäätölaite laskee hieman tehoa, teknisen vian ilmaantuessa. Lämmönsäätölaite pysyy toiminnassa, mikäli se on mahdollista.

Tutkimuksen perusteella voi sanoa, että kuljetusliikkeet ovat luopuneet omasta huollosta ja siirtäneet lämmönsäätölaitteiden huollon niihin erikoistuneisiin huoltoliikkeesiin. Tämä on järkevää, koska lämmönsäätölaitteet ovat hyvin teknisiä laitteita ja sisältävät nykyään paljon tietotekniikkaa. Myynti- ja huoltoliikkeistä kerrottiin, että he ovat myyneet joitain laitteita huoltosopimuksilla ja etäkäyttöohjelmilla. Näin huoltoliike pystyi seuraamaan missä laite liikkui ja miten sitä käytetään. Tietokone ohjelman avulla pystyttiin seuraamaan laitteen käyttötunteja, lukemaan laitteen vikakoodit ja testaamaan laite. Etäkäyttö mahdollistaa kuljettajien virheiden korjaamisen. Kuljet-tava voidaan opastaa myös toimimaan laitteesta välittämättä.

Tutkimuksen perusteella voi todeta, että kuljettajien lämmönsäätölaitteiden käyttö-taidoissa on parannettavaa. Lämmönsäätölaitteissa ei tutkimuksen pohjalta voida sanoa olevan selvää heikkoa kohtaa, joka aiheuttaisi toistuvasti ongelmia laitteen käytössä. Laitevalmistajilla on laitteissaan keskenään eroavaisuuksia. Lämmönsäätö-laitteen ns. tyyppivian tarkasteluun tulisi tehdä tutkimusta määrittelystä merkistä ja mallista.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota opas lämmönsäätölaitteiden käytöstä ja huollos-ta. Oppaassa huolto osiota on supistettu päivittäisen huollon tasolle, koska lämmön-säätölaitteiden huolto vaatii erikoisosaamista ja laitteissa on niin paljon teknisiä eroavaisuuksia, ettei yleistä korjausopasta ole järkevää tehdä. Kaikille merkeille yleinen käyttöopas on tarpeellinen ja sen toteutuksessa onnistuin hyvin. Oppaassa ker-rotaan oikeat toimitavat ja listataan tyypillisimmät virheet, joita lämmönsäätölait-teen käytössä voi tehdä.

Opinnäytetyössä käytettiin erilaisia lähteitä, kuten artikkeleita, kirjoja ja internetsivustoja. Aiheesta oli mielestäni haastavaa löytää lähteitä, mutta olisin voinut avata aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä enemmän. Lakien tulkitseminen on haastavaa ja puhtaaksikirjoittamisessa täytyy olla tarkkana, ettei laki muuta merkitystään omassa tulkinnassa.

Haastattelut olivat oikea tapa saada työelämän tietoa opinnäytetyöhön. Kyselyillä saattoi saada apua, mutta vastausten määrä jäi vähäiseksi. Haastatteluiden haasteena oli aikataulutus, koska en voinut tehdä opinnäytetyötä leipätyönä. Haastatteluista olisin saanut enemmän tietoa opinnäytetyöhön, jos korjaamoiden ja laitemyyjien haastatteluista olisi saatu enemmän. Kuljetusliikkeitä haastatteleamalla ei saatu kaikin parasta tietoa, koska kuljetusliikkeet luottavat myynti- ja huoltoliikkeisiin ongelmatilanteissa.

Tulokset ovat luotettavat. Haastatteluista on kerätty kuljettajilta, kuljetusliikkeiden työnjohtajien edustajilta ja myynti- ja huoltoliikkeiltä. Aiheesta on saatu kokonaisvaltainen kuva, jonka pohjalta Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas on luotu. Jatkossa opasta voidaan käyttää uusien elintarvikekuljettajien perehdytykseen ja kokeneempien kuljettajien tietojen ylläpitoon. Opas on hyödyllinen myös muille toimijoille elintarvikekuljetusten parissa, kuten lastaajille ja terminaalityöskentelijöille.

Lähteet

A 134/2006. Maa- ja metsätalousministeriön asetus

alkutuotannolle elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi asetettavista vaatimuksista. Annettu 16.2.2006. Viitattu 23.4.2016.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060134>

A 1367/2011. Maa- ja metsätalousministeriön asetus

ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta. 20.12.2011. Viitattu 24.4.2016. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111367#Pidp1531824>

Alanne, E. 2016. Thermoking myyntipäällikkö. VTA Tekniikka Oy. Haastattelu. 13.4.2016

ATP-neuvottelukunta. N.d. Yleisen teollisuusliiton Internetsivu. Viitattu 20.4.2016.

<http://www.ytl.fi/neuvottelukunnat/atp-neuvottelukunta>

ATP-sopimus. 2016. Eviran Internetsivu. 24.5.2016. Viitattu 30.5.2016.

<https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/elintarvikehuoneistot/ilmoitetut-elintarvikehuoneistot/kuljetus-ja-logistiikka/kansainvaliset-kuljetukset/atp-sopimus/>

ATP-todistus ja –sertifiointi. 2014 Artikkelikylmäketju.fi -sivustolla. 17.10.2014. Viitattu 18.4.2016. <http://kylmaketju.fi/lainsaadanto/atp-sopimus/sertifiointi-ja-testit/>

Elintarvikeketjun viranomaisorganisaatio. 2014. Artikkelikylmäketju.fi -sivustolla. 16.12.2014. Viitattu 24.4.2016.

<http://kylmaketju.fi/lainsaadanto/viranomaisorganisaatiot/>

L 23/2006. Elintarvikelaki. 13.1.2006. Viitattu 24.4.2016.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060023#a8.4.2011-352>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. p. Helsinki: Tammi.

Hirvelä, A., Jokela, M., Kaapola, E. ja Kianta, J. 2011. Kylmätekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

How does the system work? N.d. Thermo King Internetsivu. Viitattu 21.4.2016.

<http://europe.thermoking.com/cryotech/how-does-the-system-work.html>

Kansallinen lainsäädäntö. 2014. Artikkelit kylmaketju.fi –sivustolla. Viitattu 24.4.2016.
<http://kylmaketju.fi/lainsaadanto/kansallinen-lainsaadanto/>

Kylmäketju, ATP-sopimus. 2014. Artikkelit kylmaketju.fi –sivustolla. Viitattu 24.4.2016.
<http://www.kylmaketju.fi/lainsaadanto/atp-sopimus/>

Methods of Heat Transfer. N.d. The Physics Classroom Internetsivu. Viitattu 15.4.2016. <http://www.physicsclassroom.com/class/thermalP/Lesson-1/Methods-of-Heat-Transfer>

What is heat conduction? 2014. Phys.org Internetsivu. 9.12.2014. Viitattu 15.4.2016.
<http://phys.org/news/2014-12-what-is-heat-conduction.html>

Liitteet

Liite 1. Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas

Lämmönsäätölaitteiden käyttö- ja kunnossapito-opas

Sisällysluettelo

Alkusanat

1. Tarkista
2. Testaa
3. Esijäähdytys
4. Kuormaus
5. Seuranta
6. Kunnossapito

Alkusanat

Tämä opas on tarkoitettu kuljettajien ja kuljetusyritysten avuksi. Oppaan avulla opastetaan kuljettajia toimimaan oikein lämpösäädelyissä kuljetuksissa. Oppaassa neuvotaan toimimaan oikein kuljetuksen eri vaiheissa. Oppaassa ei ole laitekohtaisia neuvoja. Opas on osa ammattikorkeakoulu opintojen opinnäytetyötä.

1. Tarkista

Tarkista aina ennen lähtöä:

Ulkoinen kunto

Kunto kuormatilan sisältä

Polttoaine

Tarkista säännöllisesti:

Öljyn määrä

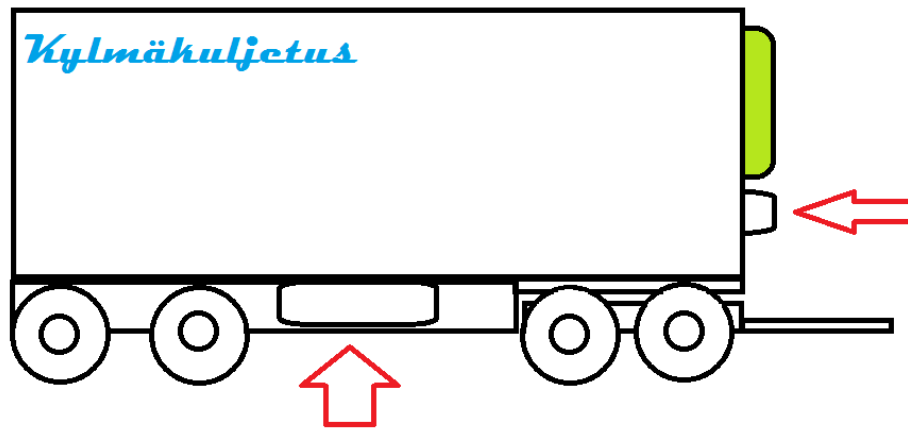
Jäähdytysnesteen määrä

Kompressorin kiilahihnan kunto/kireys

Onko vuotoja?

Ennen kuljetuksen aloittamista on hyvä tarkistaa kuljetusväline. Lämmönsäätölaitteiden tarkistuksen voi suorittaa samalla, kun tarkistaa muutoin kuljetusvälineen kuntoa. Ennen lähtöä on syytä kiertää kuljetusväline. Tällä lenkillä voi helposti tarkistaa ajoneuvon ja mahdollisen perävaunun valot, renkaat, lämmönsäätölaitteen ulkoisen kunnon, polttoaine määrän ja tarkistaa kuormatilan sisältä, ettei siellä ole mitään

Polttoainesäiliön sijoituspaikka vaihtelee hieman. Kuvassa on esitetty tyypillisimmät paikat polttoainesäiliölle ja akustolle. Perävaunuissa tyypillisin paikka on perävaunun rungon sivussa, noin puolenvälin kohdalla perävaunun pituussuunnassa. Kaksikerros-perävaunuissa, joissa runko on hyvin matalalla, on polttoainesäiliö saatettu sijoittaa lämmönsäätölaitteen alapuolella kuormatilan etuseinään.



Kuva 2 Tyypillisimmät paikat polttoainesäiliölle ja akustolle perävaunussa

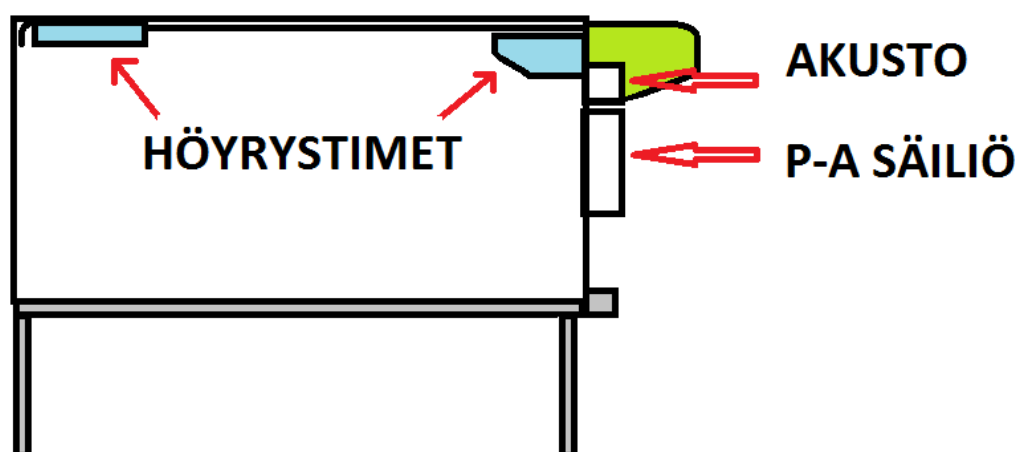
Kuorma-autoissa lämmönsäätölaitteen polttoainesäiliö on sijoitettu kuorma-auton rungon sivuun tai lämmönsäätölaitte käyttää polttoainetta samasta säiliöstä, kuin kuorma-auton moottorikin. Tällä on varmistettu, ettei polttoaine pääsisi loppumaan. Irrotettavissa jalkakuormatiloissa polttoainesäiliö on sijoitettu kuormatilan etuseinään, lämmönsäätölaitteen alapuolelle. Polttoaineen määrää ilmoitetaan säiliön kyljessä olevalla viisarimittarilla, säiliön sivussa pitkittäin oleva kirkas putki, josta näkee polttoaineen määrän tai digitaalinen mittari ohjainlaitteen luona.

Lämmönsäätölaitteen akusto voi olla sijoitettuna laitteen alapuolelle kuormatilan etuseinään tai perävaunussa rungon sivussa olevaan säilytyslaatikkoon tai kuorma-autossa lämmönsäätö laite voi saada virran ajoneuvon akustosta. Jos lämmönsäätö laitteelle tarvitsee antaa apuvirtaa käynnistämiseen, käytä ensisijaisesti ladattavia

apukäynnistin laitteita. Lämmönsäätölaitteelle voidaan asentaa liitin, josta voidaan ladata laitteen akkuja tai antaa käynnistys apua.

Jos havaitset kylmäaine vuodon, ilmoita siitä välittömästi esimiehellesi. Laitetta ei saa käyttää.

Kuormatilan sisäpuolelta on tärkeää tarkistaa, ettei höyrystimen eteen ole kertynyt pölyä ja roskaa, että se tukkisi tai häittäisi ilman kiertoa. Poista esteet höyrystimen edestä, mikäli sellaisia on. Kuormatilan sisältä voi tarkistaa, ettei järjestelmässä ole kylmäaine vuotoja. Varsinkin kahdella tai useammalla höyrystimellä varustetuissa kuormatiloissa on vaara, että huolimaton lastaaja osuu kuormalla tai trukilla höyrystimeen. Kuvassa on esitetty miten polttoainesäiliö, akusto ja höyrystimet on sijoitettu jalkakuormatilassa.



Kuva 3 Jalkakuormatilan polttoainesäiliön ja akuston sijoituspaikat

Jakokuljetuksia suorittavien on syytä tarkistaa myös oviverhot ja pitää niistä huolta. Ne ovat tarpeelliset ja pienentävät lämpötilan muutosta jakopaikassa tapahtuvan kuormanpurun aikana. Moniosastoissa kuormatiloissa on aiheellista säännöllisesti tarkistaa väliseinien tiivisteiden kunto.

2. Testaa

Testaa aina ennen kuljetusta laitteet, jotka ovat epäsäännöllisesti käytössä

Tarkistuksen ja testauksen voi suorittaa samanaikaisesti

Erityisesti epäsäännöllisesti käytettävät lämmönsäätölaitteet tulisi testata ennen kuljetuksen suorittamista. Laitteen käynnistäminen ennen kuljetusta on hyödyllistä, koska samalla voi selvittää, että laitteen järjestelmät ovat kunnossa. Samalla voi varautua, jos laite ilmoittaa viasta. Vian merkityksellisyys riippuu vian laadusta. Jotkin viat eivät olennaisesti vaikuta lämmönsäätölaitteen toimintaan, mm. anturivirheet. Jotkin vikailmoitukset sallivat laitteen käytön, ns. kotiin tuonti. Tällaiset viat on syytä ilmoittaa eteenpäin, jotta laite saataisiin lähiaikoina huollettua. Osa vikailmoituksista saattaa pysäyttää laitteen, estää sen käynnistymisen tai rajoittaa sen tehoa. Esim. liian alhainen öljyn pinnantaso saattaa aiheuttaa laitteen pysäyttämisen.

Testauksen voi tehdä tarkistuskierroksella. Samalla, kun tutkit silmämääräisesti laitteen ja kuormakorin ulkoista kuntoa, voit laittaa laitteeseen virrat ja käynnistää laitteen. Tarkistuskohteet tarkistettua voit katsoa lämmönsäätölaitteen ohjaimelta, onko aktiivisia vikakoodeja ja asettaa laitteen valmiiksi oikeaan kuljetuslämpötilaan.

3. Esijäähdytys

Esijäähdytä kuljetuslämpötilaan ennen kuormausta

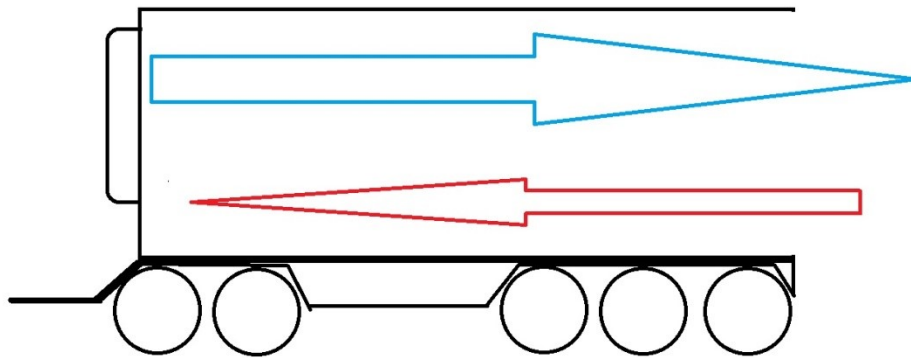
Ennen kuormausta kuormatila esijäähdytetään kuljetuslämpötilaan. Moniosastoissa kuormatiloissa osastot esijäähdytetään niiden omille lämpötiloille. Osaston väliseinät tulee asettaa huolella, jotta kuljetuslämpötilat eivät häiriinny. Esijäähdytyksen aikana kuormatilan ovet ovat suljettu. Esijäähdytyksellä poistetaan myös rakenteisiin varautunutta lämpöä. Lämpöä varautuu rakenteisiin maantiestä säteilemällä, varsinkin aurinkoisina kesäpäivinä. Auringon säteet lämmittävät kuormatilan seiniä ulkopuolelta. Renkaista, jarruista ja akselistoista säteilee lämpöä.

4. Kuormaus

Älä käytä lämmönsäätölaitetta ovien ollessa auki

Kuormauksen aikana ei ole tarpeellista käyttää lämmönsäätö laitetta. Kuormatilassa oleva lämmin ilma siirtyy kylmäterminaaliin tai kylmävarastoon ja kuormatila pysyy viileänä. Lämmönsäätölaitte tulisi pysäyttää, jos ovet aukaistaan. Kuvassa 4 on ha-

vainnoitu tapahtuma lämmönsäätölaitteen käytöstä ovet avattuna. Lämmönsäätölaitteen ollessa käynnissä ja ovien ollessa auki lämmönsäätölaite puhalttaa kylmää täydellä teholla. Kaikki lämmönsäätölaitteen tuottama ilmavirta puhaltuu ulos ovista ja lämmönsäätölaite imee lämmintä ilmaa sisälle kuormatilaan. Lämpimän ilman kulkutuessa höyrystimen kennoston läpi ilmassa oleva kosteus tiivistyy höyrystimen kennoston pinnalle. Ovet suljettaessa ilmankierto palaa normaaliksi, mutta höyrystimeen tiivistynyt vesi alkaa jäätymään. Lämmönsäätölaite siirtyy automaattisesti sulatustilaan ja alkaa lämmittää, jotta höyrystimessä oleva jää sulaa ja valuisi pois höyrystimestä ja pois kuormatilasta. Toimivat oviverhot pystyvät pitämään ilmankierron normaalina, vaikka ovet avattaisiinkin. Oviverhoissa tulee olla magneetit tai muutoin kiinni seinissä, ettei puhallusvoima puhalla oviverhoja liikaa ja päästä kylmää ilmaa ulos kuormatilasta.

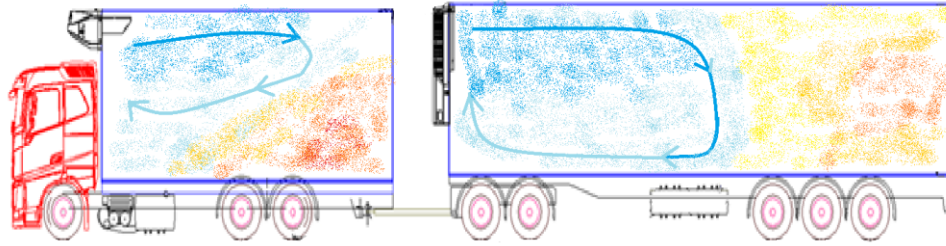


Kuva 4 Lämmönsäätölaite päällä ja ovet ovat avattu. Viileä ilma puhalletaan ulos ja lämmintä ilmaa imetään sisään.

Jätä ilmalle tilaa kiertää kuormatilassa

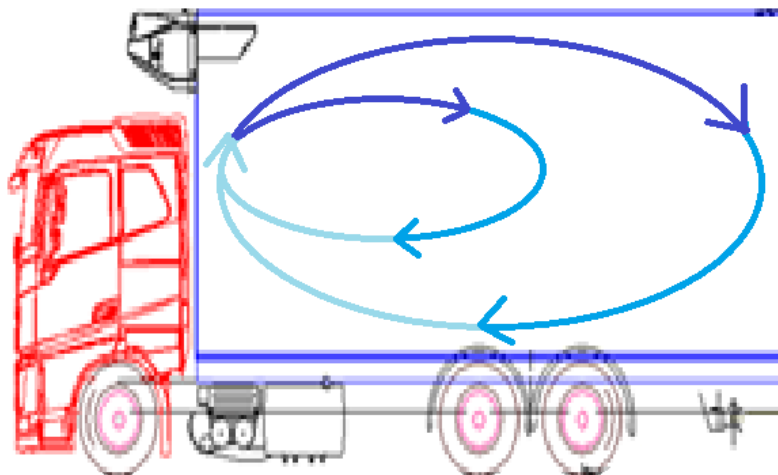
Suurin osa elintarvikekuljetuksien vaurioista johtuu ilmankierron häiriöistä. Lastauksella on suuri merkitys ilman kiertoon. Kuvassa 5 on esitetty kaksi yleistä ilmankierron häiriötä. Tyypillisimmät virheet ovat liian tiivis kuorma ja ilmankierron esto koko kuormatilaan. Liian tiiviissä kuormassa ilma pääsee kiertämään ainoastaan kuormatilan yläosassa ja näin alaosiin lastatut tuotteet lämpenevät. Kuormattaessa liian korkealle estetään ilman kierto koko kuormatilaan ja takaovilla olevat tuotteet läm-

penevät.



Kuva 5 Kaksi tyypillistä ilmankierron virhettä. Vetoautossa ilma kiertää ainoastaan kuormatilan yläosassa. Perävaunussa kuorma estää ilman puhalluksen takaosaan asti.

Hyvä ilmankierto saadaan, kun kuormatilan yläosaan jätetään riittävän suuri rako, jotta ilma voi vapaasti kulkeutua takaoville saakka. Kuormalavoja ei tule muovittaa kokonaan, vaan lavan jalat tulee jättää vapaiksi, jotta paluuilma takaovilta höyrystimelle kulkeutuu vaivatta lavojen alitse ja samalla jäähdyttää myös kuormatilan alaosan lastatut tuotteet. Kuvassa 6 on esitetty hyvä ilmankierto.



Kuva 6 Kunnollinen ilmankierto

5. Seuranta

Tarkkaile lämpötilaa kuljetuksen aikana

Kuljetuksen aikana tulee tarkkailla, että lämpötila pysyy kuorman vaatimusten rajoissa. Varsinkin pitkissä kuljetuksissa lämpötilan seurannalla on tärkeä merkitys, sillä jopa parin asteen virheellinen kuljetuslämpötila saattaa heikentää tuotteen laatua merkittävästi tai jopa pilata tuotteen. Herkkiä tuotteita ovat raaka prosessoimaton liha, hedelmät ja vihannekset.

Älä käytä start-stop asetusta näiden tuotteiden kanssa:

Raaka prosessoimaton liha

Hedelmät ja vihannekset

Kukat

Lämmönsäätölaitteissa on start-stop asetus, jolla voidaan säästää polttoainetta. Ajatuksena on, että lämmönsäätölaite jäähdyttää kuormatilaa tehokkaasti haluttuun lämpötilaan. Lämpötila saavutettaessa laite pysähtyy. Lämpötilan kohotessa laite käynnistyy automaattisesti ja alkaa taas tehokkaasti jäähdyttää kuormatilaa ja pysähtyy automaattisesti lämpötila saavutettaessa. Kaikki tuotteet eivät kuitenkaan kestä tällaista lämmönsäätelyä. Prosessoimaton raaka liha, hedelmät, vihannekset ja kukat eivät kestä start-stop tilan mukaista lämmönsäätelyä. Jäähdytyksen aikana puhallusilman lämpötila voi laskea, jopa alle nolla asteen.

6. Kunnossapito

Käytä säännöllisesti

Kunnossapidon kannalta tärkeitä asioita ovat säännöllinen käyttö ja huolto. Laitteet, joita käytetään säännöllisesti toimivat usein paremmin, kuin laitteet, joita käytetään satunnaisesti. Kuljettajan rooli kunnossa pidossa, on pitää laitteet siisteinä ja ilmoittaa eteenpäin esimiehelleen, jos laitteet eivät toimi niin kuin niiden pitää.

Täytä polttoainesäiliö riittävän aikaisin

Täytä säiliö oikean laatuksella polttoaineella

Polttoainesäiliön täyttö on kuljettajan tärkein huoltokohde. Suurin osa lämmönsäätölaitteiden ongelmista johtuu polttoaineen saannin ongelmasta, väärästä polttoaineesta tai polttoaineen loppumisesta. Suomessa kylmien kelien saapuessa on riittävän aikaisin vaihdettava käyttämään polttoainetta, jonka suodatettavuuslämpötila on riittävän alhainen. Tarvittaessa on tankattava arktisten olosuhteiden polttoainetta, jottei polttoaine hyyydy suodattimeen. Ongelmat polttoaineen saannissa aiheuttavat työlään toimenpiteen. Polttoaineen loppuessa polttoaine järjestelmä on ilmattava. Ilmaus ilman korjaamo välineitä on työlästä, koska polttoainesäiliö sijaitsee usein ajoneuvon tai perävaunun rungossa ja lämmönsäätelylaite sijaitsee korin etuseinän yläreunassa. Polttoaineputki on pitkä, joten laitteen omalla pienellä ilmauspumpulla menee paljon aikaa järjestelmän ilmaukseen.

Kuljetuksen jälkeen kuljettaja voi harjata kuormatilan ja poistaa seiniin ja höyrystimeen liimautuneet teipit, tarrat ja pakkaukseen käytetyt muovit, jotta ne eivät kerää lisää roskaa ja muodosta ilmankierron estettä. Elintarvikekuormatilat tulee pestä ja puhdistaa säännöllisesti, ettei kuormatilassa ala kasvamaan haitallisia bakteereita. Kuljetuksen jälkeen kuormatila voidaan tuulettaa pysäköimällä kuljetusväline ja avaamalla ovet. Kuljettajan täytyy estää, etteivät haittaeläimet, kuten linnut pääse kuormatilaan. Haittaeläimet voidaan estää oviverhoilla.